

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y**  
**RECURSOS NATURALES**



**INFLUENCIA DEL AGUA DEL RÍO MARIÑO EN LA CALIDAD DEL**  
**AGUA DEL RÍO PACHACHACA, ABANCAY 2016.**

**TÉSIS PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL**  
**DE INGENIERO AMBIENTAL**

**PRESENTADO POR:**

**Bachiller: DAVID TRIVEÑO SIERRA**

**ASESORA:**

**Dra. SONIA MARÍA LOAYZA CHACARA**


**ABANCAY – PERÚ**

**2016**


**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y RECURSOS**  
**NATURALES**

INFLUENCIA DEL AGUA DEL RÍO MARIÑO EN LA CALIDAD DEL  
AGUA DEL RÍO PACHACHACA, ABANCAY - 2016.

**APROBADO POR:**

  
-----  
Lic. NILTON CÉSAR ROJAS CONTRERAS  
Presidente

  
-----  
Mg. ISABEL HUAMÁN ROBLES  
1<sup>er</sup>. Jurado

  
-----  
Blga. ELENA ELVIRA GONZALEZ MAMANI  
2<sup>do</sup>. Jurado

  
-----  
Bach. DAVID TRIVEÑO SIERRA  
Tesisista

  
-----  
Dra. SONIA MARÍA LOAYZA CHACARA  
Asesora de Tesis

**Abancay, octubre del 2017**

## **DEDICATORIA**

A Dios por haberme dado la vida, fuerza, esperanza y fe en este trabajo.

A mi padre querido David Triveño gran ejemplo y admiración y pilar en mi vida.

A mi madre adorada Adelaida Sierra porque siempre ha soñado verme dar este pequeño paso en mi vida.

A mi hermana querida Sheila y sobrinos, los quiero mucho.

## AGRADECIMIENTO

A Dios, por regalarme su bendición en este camino largo y difícil, tú has sido mi roca para soportar todas las adversidades y contigo lo he logrado.

A mis padres, **Adelaida Sierra y David Triveño**, que siempre me han dado su apoyo incondicional y a quienes debo este logro profesional, por todo su dedicación y esfuerzo incondicional para darme una formación académica y sobre todo humanista y espiritual. De ellos es este triunfo y para ellos es todo mi agradecimiento.

A la UTEA, Primera Casa de Estudios de Abancay, por la razón de seguir promoviendo la ciencia y formando profesionales e intelectuales para el desarrollo del país, que me permitieron desarrollar este trabajo de tesis y adquirir mucha experiencia profesional.

A la Dra. Sonia María Loayza Chácara por su colaboración y labor para ver a muchos estudiantes graduarse y cumplir ese sueño.

A todos mis Maestros que aportaron a mi formación, a quienes me enseñaron más que el saber científico, a quienes me enseñaron a ser lo que no se aprende en salón de clase y a compartir el conocimiento con los demás.

A todos mis amigos, amigas y todas aquellas personas que han sido importantes para mí durante todo este tiempo.

## ÍNDICE

Contenido	Pág.
CARATULA.....	i
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
ÍNDICE .....	v
RESUMEN .....	viii
INTRODUCCIÓN .....	ix
<b>I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>10</b>
1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	11
1.1.1. PROBLEMA CENTRAL .....	11
1.2.2. PROBLEMAS DERIVADOS .....	11
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	11
<b>II. OBJETIVOS .....</b>	<b>12</b>
2.1. OBJETIVO GENERAL .....	12
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
<b>III. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>13</b>
3.1. ANTECEDENTES .....	13
3.2. MARCO LEGAL .....	21
3.2.1. ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA – CATEGORÍA IV .....	22
3.3. MARCO TEÓRICO GENERAL.....	23
3.3.1. EL AGUA .....	23
3.3.2. AGUAS RESIDUALES Y SU CLASIFICACIÓN .....	23
3.3.2.1. AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS .....	24
3.3.2.2. AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES .....	24
3.3.2.3. AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES .....	24
3.3.3. CALIDAD DEL AGUA .....	25
3.3.4. IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DE AGUA .....	26
3.3.5. CONTAMINACIÓN ACUÁTICA .....	27
3.3.5.1. CLASIFICACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN.....	27
3.3.5.2. TIPOS DE CONTAMINANTES.....	28
3.3.6. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGUA .....	29

3.3.7. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL AGUA .....	35
3.3.8 CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS .....	41
3.4. MARCO CONCEPTUAL .....	42
<b>IV. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS .....</b>	<b>47</b>
4.1. HIPÓTESIS CENTRAL .....	47
4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS .....	47
<b>V. IDENTIFICACIÓN Y DEFINICIÓN DE VARIABLES .....</b>	<b>48</b>
5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE (X) .....	48
5.2. VARIABLE DEPENDIENTE (Y) .....	49
5.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	50
<b>VI. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>51</b>
6.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	51
6.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....	51
6.3. MÉTODOS .....	51
<b>VII. DETERMINACIÓN DEL UNIVERSO Y LA MUESTRA .....</b>	<b>53</b>
7.1. TAMAÑO DEL UNIVERSO O POBLACIÓN .....	53
7.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	54
7.2.1. MUESTRA .....	54
7.3. ÁMBITO GEOGRÁFICO TEMPORAL .....	54
<b>VIII. FUENTES, TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....</b>	<b>55</b>
8.1. FUENTES .....	55
8.2. TÉCNICAS .....	55
8.3. INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN .....	55
8.4. PROCEDIMIENTO .....	56
8.4.1. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA .....	56
8.4.1.1. PLANIFICACIÓN DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA .....	56
8.4.1.2. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE MUESTRAS .....	58
8.4.1.3. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS A CONSIDERAR EN EL ESTUDIO ....	58
8.4.1.4. FRECUENCIA DE MONITOREO .....	58
8.4.1.5. DESARROLLO DE MONITOREO .....	59
<b>IX. PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE DATOS .....</b>	<b>61</b>

9.1. DESCRIPCIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE MEDIDAS E INDICADORES .....	61
9.1.1. PRESENTACIÓN DE DATOS PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO 1 .....	61
9.1.1.1. TURBIEDAD .....	61
9.1.1.2. SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES.....	63
9.1.1.3. SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES.....	65
9.1.1.4. POTENCIAL DE HIDRÓGENO .....	67
9.1.1.5. CONDUCTIVIDAD .....	69
9.1.2. PRESENTACIÓN DE DATOS PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO 2 .....	71
9.1.2.1. ACEITES Y GRASAS .....	71
9.1.2.2. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO <sub>5</sub> ) .....	73
9.1.2.3. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO .....	74
9.1.2.4. OXÍGENO DISUELTO .....	76
9.1.3. PRESENTACIÓN DE DATOS PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO 3 .....	77
9.1.3.1. COLIFORMES TERMOTOLERANTES.....	77
9.1.3.2. COLIFORMES TOTALES.....	80
9.1.4. RESULTADOS FINALES DE LA INVESTIGACIÓN EN EL ÁREA DE ESTUDIO	82
<b>X. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>83</b>
10.1. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS .....	83
10.1.1. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS PARA LOS PARÁMETROS FÍSICOS .....	83
10.1.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS PARA LOS PARÁMETROS QUÍMICOS .....	84
10.1.3. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS PARA LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS	85
10.2. FORMULACIÓN DE CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	87
10.2.1. CONCLUSIONES .....	87
10.2.2. RECOMENDACIONES.....	88
<b>XI. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>89</b>
<b>XII. ANEXOS .....</b>	<b>92</b>

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general determinar en qué medida el agua contaminada del río Mariño, influye en la calidad del agua del río Pachachaca, Abancay 2016.

El tipo de investigación fue aplicada. La muestra estuvo conformada por once parámetros: turbidez, sólidos totales disueltos, sólidos suspendidos totales, potencial de hidrogeno, conductividad, aceites y grasas, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, oxígeno disuelto, coliformes fecales y coliformes termotolerantes tomadas entre los meses de febrero, junio y setiembre 2016 en el río Mariño y río Pachachaca en tres puntos de muestreo en las coordenadas WGS84, PM1 (E 724070.920, N 8487595.010), PM2 (E 723981.000, N 8487603.000) y PM3 (E 723877.020, N 8487543.980) para determinar la calidad y su grado de influencia que tienen las aguas del río Mariño en el río Pachachaca.

Llegando a la conclusión principal que las aguas del río Mariño, si influyen significativamente en las aguas del río Pachachaca, siendo los parámetros que afectan: la **turbidez, sólidos totales disueltos, conductividad, aceites y grasas, demanda química de oxígeno, coliformes fecales y coliformes termotolerantes**, según el estadístico de contrastación t de Student, también se encontraron algunos parámetros que exceden los límites máximos permisibles de los estándares de calidad ambiental para el agua.

Palabras clave: Calidad de Agua, Agua contaminada.



## INTRODUCCIÓN

El presente estudio de investigación se titula: “INFLUENCIA DEL AGUA DEL RÍO MARIÑO EN LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO PACHACHACA, ABANCAY - 2016”, tiene como objetivo determinar si el agua contaminada del río Mariño influye en la calidad del agua del río Pachachaca-Abancay 2016.

La contaminación del agua del río Mariño es evidente, debido a que la mayoría de sus afluentes, como los ríos, Chinchichaca, Marcahuasi, Colcaque, Ñacchero, Hatunpata, y de igual manera las aguas del camal municipal vierten de manera inclemente sus aguas servidas, debido a ello este preciado recurso hídrico del río Mariño al servir como cuerpo receptor de estas aguas se contamina, sumándose a ello vertimiento de residuos sólidos, vertimiento de productos químicos, como lo que ocurre con el río Chumbao que atraviesa la ciudad de Andahuaylas u otros casos similares como el Huatanay en el Cusco (Torres L.)

En este sentido se habla de la contaminación del río Mariño, pero se desconoce el grado de contaminación que esta presenta y que grado de influencia tiene en la calidad del agua del río Pachachaca.

En el presente trabajo se muestra el análisis de la calidad del agua empleando 11 parámetros, físicos (turbidez, sólidos disueltos totales, sólidos suspendidos totales, potencial de hidrogeno y conductividad) químicos (aceites y grasas, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno y oxígeno disuelto) y microbiológicos (coliformes termotolerantes y coliformes totales) de los ríos Mariño y Pachachaca. Posteriormente se realizó una comparación de los resultados de ambos ríos con la finalidad de determinar si el agua del río Mariño tiene un impacto ambiental considerable en el agua del río Pachachaca, a través del análisis estadístico.

## **I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Las aguas continentales (ríos, lagunas, humedales, aguas subterráneas) están entre los más importantes recursos del planeta. Hoy se encuentran amenazadas por la urbanización descontrolada, el desarrollo industrial, la deforestación, la conversión de ecosistemas para uso agrícola y ganadero, por el uso excesivo y por contaminación. Los recursos de aguas continentales no constituyen solamente una riqueza en biodiversidad, sino que conforman un recurso esencial para la sustentabilidad de las sociedades humanas (Banus 2005).

La contaminación del río Mariño cuyo cause corre por las zonas urbanas, se vierten no solamente aguas servidas, sino también elementos contaminantes de hospitales, clínicas, restaurantes, lavaderos, aguas residuales del camal municipal de Abancay, basurales clandestinos en las márgenes del río, productos agroquímicos y hasta desmonte de procesos constructivos de la ciudad de Abancay (SUNASS 2014).

Asimismo en los últimos años se ha observado un crecimiento poblacional en la ciudad de Abancay, Tamburco y los centros poblados menores de Villa Ampay y Las Américas con una tasa de crecimiento promedio anual de 0.1 (INEI 2007). Todos los afluentes que dan al río Mariño y este último desemboca en el río Pachachaca recorren grandes tramos al interior de la ciudad, emanando olores fétidos, contaminando el suelo y alterando el hábitat de organismos propios del medio acuático superficial, y podrían estar sobrepasando los LMP en algunos parámetros físicos, químicos y microbiológicos por ende alterando la calidad del río Pachachaca.

Siendo conscientes de la contaminación del río Mariño en la degradación de su ecosistema acuático de fauna y flora debido a lo descrito anteriormente, se desarrolla la siguiente tesis enfocada en la contaminación del río Mariño y la influencia que tiene en la calidad del río Pachachaca.

## **1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.1.1. PROBLEMA CENTRAL**

¿En qué medida el agua del río Mariño, influye en la calidad del agua del río Pachachaca, Abancay 2016?

### **1.2.2. PROBLEMAS DERIVADOS**

- ¿Cómo influye el agua contaminada del río Mariño en la calidad del agua del río Pachachaca, en los parámetros físicos, Abancay 2016?
- ¿Cómo influye el agua contaminada del río Mariño en la calidad del agua del río Pachachaca, en los parámetros químicos, Abancay 2016?
- ¿Cómo influye el agua contaminada del río Mariño en la calidad del agua del río Pachachaca, en los parámetros microbiológicos, Abancay 2016?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

El presente trabajo de investigación está encaminado a obtener datos reales y confiables mediante la evaluación en tres puntos de muestreo ubicado en la confluencia del río Mariño con el río Pachachaca, que nos permita obtener un estudio actualizado de la concentración de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos si están dentro de los ECAS y si sobrepasan los LMP. En un periodo representativo.

De igual manera la obtención de resultados servirá como propuesta de control ambiental para mitigar efluentes contaminantes si los hubiera, así mismo formaran parte de una línea base, para que puedan ser consultados por autoridades, investigadores y público interesado para futuras investigaciones, tomar medidas preventivas, trazar políticas de conservación y/ o mitigación y en general para elaborar el plan interno de gestión ambiental.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar en qué medida el agua contaminada del río Mariño, influye en la calidad del agua del río Pachachaca, Abancay 2016.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar cómo influye el agua contaminada del río Mariño, en la calidad del agua del río Pachachaca, en los parámetros físicos, Abancay 2016.
- Determinar cómo influye el agua contaminada del río Mariño, en la calidad del agua del río Pachachaca, en los parámetros químicos, Abancay 2016.
- Determinar cómo influye de los parámetros microbiológicos del agua contaminada del río Mariño en la calidad del agua del río Pachachaca, Abancay 2016.

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. ANTECEDENTES

- **ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

**Peñafiel** (2014). En su trabajo de investigación titulado “Evaluación de la calidad del agua del río Tomebamba mediante el índice ICA del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua”. Tuvo como objetivo realizar un estudio de la calidad del agua del río Tomebamba, que permita establecer sus potenciales usos en áreas específicas y conceptualizar las alternativas de control de la contaminación, que necesariamente deberán implementarse. La metodología que se utilizó un análisis matemático y estadístico para la evaluación de la calidad del agua mediante la aplicación de los modelos ICA e ICA-NSF; un análisis hidráulico para la medición de caudales y un análisis geológico para correlacionar las características del agua con la geología que el río atraviesa. En los resultados con los datos de los 16 parámetros medidos a lo largo de las 7 estaciones de monitoreo y durante las nueve campañas, se obtuvieron los índices de calidad respectivos para calcular luego el índice de calidad ICA general 71.74, 75.07, 61.64, 61.33, 57.92, 55.55, 52.31. Basándose en la clasificación que asigna el ICA y establecer el grado de contaminación de agua; que fue poco contaminado, se presenta la calidad del agua en cada estación de monitoreo. A partir del análisis se concluye que la evaluación de la calidad del agua del río a lo largo de los tramos de estudio muestra un deterioro a medida que avanza su recorrido. Tanto los valores del ICA y del I-NSF lo demuestran.

**Carrillo y Villalobos** (2011). En su trabajo de investigación titulado “Análisis comparativo de los índices de calidad del agua (ICA) de los ríos Tecolutla y Cazones en el periodo marzo-diciembre 2010” tuvo como objetivo realizar un análisis estadístico comparativo mediante la técnica ANOVA de la calidad del agua de los ríos Cazones y Tecolutla en el periodo marzo 2010 - diciembre 2010. La metodología que se utilizó es descriptivo - retrospectivo (recolección

de muestras haciendo un total de 36 muestras, en 12 puntos de muestreo, 8 en Cazonas y 4 en Tecolutla). En los resultados se observa el monitoreo del río Tecolutla y Cazonas, donde se pueden observar los parámetros que se encuentran fuera de norma (NOM – 001 SEMARNAT 1996). Algunos de estos parámetros no están dentro de la norma, sin embargo estos valores están establecidos por la ley federal de derechos en el acuerdo ecológico para el agua dentro de la ley título II de los derechos por el uso o aprovechamiento de bienes del dominio público en su capítulo VIII artículo 224 fracción V, Los resultados promedio fueron :río Tecolutla pH 7.15, T° 26.0 °C, Turbidez 8.64 FTU, O.D 9.43 mg/L, DBO<sub>5</sub> 53.17 mg/L, Sólidos totales 97.30 mg/L, Coliformes fecales 996.67 UFC/L y el en río Cazonas pH 6.88, T° 25.0 °C, Turbidez 13.48 FTU, O.D 9.96 mg/L, DBO<sub>5</sub> 8.64 mg/L, Sólidos totales 123.23 mg/L, Coliformes fecales 10966.67 UFC/L. A partir del análisis se concluye que los ICA de los ríos son totalmente diferentes, observando simetría o normalidad en la información y destacando que la información recogida en el río Tecolutla es más variable que la del río Cazonas.

**Según el Grupo GLOBE del Liceo la Rita**, Limón (2009), en su trabajo titulado “Análisis físico, químico y biológico de la cuenca hidrológica del río Guápiles y su posible relación con el impacto ecológico ocasionado por los habitantes aledaños y comercios sobre el mismo, durante el periodo de marzo a octubre del año 2012 en Guápiles, Pococí, Limón.” El objetivo de su investigación es analizar desde el punto de vista físico, químico y biológico la cuenca hidrológica del río Guápiles y su posible relación con el impacto ecológico ocasionado por los habitantes aledaños y comercios sobre el mismo, durante el periodo de marzo a octubre del año 2012 en Guápiles, Pococí, Limón. Se utilizó un equipo electrónico Xplorer Glx (ps-2002) y también para el análisis del agua se realizó la colección y selección de macro invertebrados como bio-indicadores de la calidad del agua. Utilización de un equipo electrónico Xplorer Glx (ps-2002, Se enciende el equipo, se calibran los sensores de pH, Conductividad, Oxígeno disuelto y Temperatura y se

introducen en el agua durante cinco minutos y se anotan los datos respectivos, además se anotarán la longitud, altitud, latitud y los satélites localizados por el GPS del lugar donde se realizó las muestras. Los datos obtenidos: Conductividad (Buenos Aires 50  $\mu\text{S/cm}$  sensor 10X, Guápiles 87  $\mu\text{S/cm}$  sensor 10X, La Rita 85  $\mu\text{S/cm}$  sensor 10X). Nivel de PH: (Buenos Aires 6.5 PH, Guápiles 8.62 PH, La Rita 7.9 PH). Temperatura en  $^{\circ}\text{C}$ : (Buenos Aires 21  $^{\circ}\text{C}$ , Guápiles 23.8  $^{\circ}\text{C}$ , La Rita 24.3 $^{\circ}\text{C}$ ). Cantidad de oxígeno disuelto: (Buenos Aires 5.6 mg/L, Guápiles 12.4, La Rita 10.5 mg/L).

**Ocasio** (2008), En su trabajo de investigación titulado “Evaluación de la calidad del agua y posibles fuentes de contaminación en un segmento del río Piedras”, tuvo como objetivo “Evaluar la calidad de agua en un segmento del río Piedras y relacionar sus posibles fuentes de contaminación para recomendar medidas de mitigación”, la metodología del estudio contemplo medidas cuantitativas y cualitativas para identificar y determinar el impacto de contaminación en un segmento del río Piedras, se evaluó un segmento de este río el cual discurre adyacente a los terrenos de la universidad Metropolitana ubicada en Cupey seleccionando un segmento de 0.64 km, desarrollando el muestreo en dos eventos climáticos, los resultados la evaluación en época lluviosa fueron Aceites 7.1 mg/L, pH 7.84,  $T^{\circ}$  25.3 $^{\circ}\text{C}$ , O.D 7mg/L, DQO 14 mg/L, Coliformes Fecales 0 UFC/L, y en época seca fueron Aceites 1.4 mg/L, pH 7.89,  $T^{\circ}$  25.0  $^{\circ}\text{C}$ , O.D 7.54 mg/L, DQO 27 mg/L, Coliformes Fecales 58126 UFC/L el análisis biológico, físico y químico de las muestras de agua que arrojaron valores que determinaron el cumplimiento o no del cuerpo de agua con relación a los estándares de calidad de aguas superficiales. Estos valores fueron discutidos para cada parámetro en las diferentes estaciones de muestreo y se seleccionaron las estaciones de muestreo ante la posibilidad de la existencia de fuentes de contaminación.

- **ANTECEDENTES NACIONALES**

**Rivas y Chuquilin** (2012), En su trabajo titulado “Evaluación de los niveles de contaminación de aguas residuales en la quebrada Funas-I, con fines de tratamiento con humedales”, ciudad de Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia Leoncio Prado, Huánuco 2012 en su investigación tuvo como objetivo determinar los niveles de contaminación caracterizando los parámetros químicos físicos y microbiológicos de las aguas residuales en la “Quebrada FUNAS I”. Se utilizaron los métodos de observación, descripción y explicación; el tipo de investigación es básica. Los resultados obtenidos fueron: El aforo del afluente calculado arrojó un caudal promedio de 1,60 l/s (138,240 m<sup>3</sup>/día), lo que nos indica un caudal pequeño comparado con los volúmenes de otras ciudades y que por lo tanto, es manejable para fines de un tratamiento terciario, ante la necesidad de realizar una gestión integrada del recurso hídrico como establece la Ley General del Ambiente. Los parámetros químicos el mismo que presenta un valor de 29,23; que le ubica este tipo de agua en la categoría de “mala”, sobretodo influenciado por el DBO<sub>5</sub>, que presenta un ICA de 0, y que según este parámetro representaría un agua residual “muy mala” y en “pésimo” estado, dado la trasmisión eminente de enfermedades como el cólera, tifoidea, etc. Por los resultados de los parámetros químicos en épocas de estiaje y de avenidas, la relevancia al momento de decidir el tipo de tratamiento y por su mayor concentración de los contaminantes se centra la discusión en los resultados en épocas de estiaje. El DBO<sub>5</sub> en general es inferior a la DQO, ambos parámetros van descendiendo en forma paralela, y la curva de OD nos indica que hay escasez de oxígeno por la presencia de materia orgánica; a excepción de los meses de avenidas en que hubo una autodepuración, por el aumento notable del caudal del afluente. La DBO<sub>5</sub>, se encuentra en el rango de 7 a 50 mg/l, con un promedio de 39,50 mg/l en época de estiaje y de 12,33 mg/l en época de avenidas, lo que cataloga a ésta agua como contaminada al sobrepasar en el valor de DBO<sub>5</sub> de 3 mg/l. Asimismo, se observa que a medida que aumenta el



caudal va disminuyendo las concentraciones de  $\text{DBO}_5$  y DQO, por la disminución de la materia orgánica ante el incremento del volumen del caudal. La concentración de estas aguas, está por debajo de las concentraciones típicas de aguas residuales que fluctúan entre los 200 mg/l a 300 mg/l.

**OPS/OMS.** Eco fluidos ingenieros S.A.( 2012), En su trabajo de investigación “Estudio de la calidad de fuentes utilizadas para consumo humano y plan de mitigación por contaminación por uso doméstico y agroquímicos en Apurímac y Cusco”, Tuvo como objetivo elaborar un informe de las actividades que fueron realizadas en campo donde se exponga la información relevante encontrada, para luego elaborar el plan de mitigación y estudio de calidad de las aguas sobre las fuentes de agua subterránea y superficial utilizadas para consumo humano por las poblaciones de Chumbivilcas – Cusco y Cotabambas - Apurímac. La metodología utilizada en el trabajo de campo se realizó a través de una estrategia que consiste en: Reconocimiento del área de estudio a través de visitas de campo para la observación, verificación, detección y tipificación de las posibles ocurrencias asociados a riesgos naturales y humanos y que constituyen algún grado de amenaza a las distintas fuentes de agua de consumo humano en las diferentes comunidades y toma de muestras, se realizaron los monitoreos en las fuentes de agua donde se realizó el reconocimiento. En los resultados se observa que la mayoría de las fuentes de agua de los sistemas de agua potable son manantiales, en el caso de la localidad de Santo Tomás las fuentes son superficiales. Los principales riesgos que presentan las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano, son contaminación por pastoreo y por la inadecuada disposición de los residuos sólidos. No se evidencia contaminación por efectos de uso de agroquímicos en la zona muestreada. Las medidas de mitigación propuestas son la protección de las fuentes de agua mediante cercos perimétricos y colocación de tapas de metal para evitar el acceso de personas y animales, los resultados que arrojaron las

muestras fueron pH 5.23, T° 19.25°C, Turbidez 1.49 FTU, O.D 5.38mg/L, Sólidos totales 5 mg/L, Coliformes fecales 10 UFC/L.

**Castro** (2011), En su trabajo de investigación “influencia del vertido del efluente líquido de la compañía minera Aurex s.a. en el ecosistema acuático del río San Juan”. Tuvo como objetivo determinar el grado de influencia del efluente líquido de la compañía minera Aurex S.A. en el ecosistema acuático del río San Juan. La metodología que se utilizó por su naturaleza la investigación es: según la tendencia, cuantitativo; según la orientación, aplicada; según el tiempo de ocurrencia, retrospectivo y según el análisis y alcance de sus resultados, correlacional y el diseño de la investigación es no experimental de tipo transeccional o transversal correlacional porque se recolectan datos en un tiempo determinado, con intervención de medición analítico, transversal y causal retrospectivo. En los resultados de la calidad del agua del río San Juan, del presente trabajo de investigación tiene como referencia el DS. N° 010-2010 - MINAM, donde aprueba los niveles máximos permisibles de efluentes líquidos para las actividades minero – metalúrgicas y los valores ECAs para agua (Categoría IV – Conservación del Ambiente Acuático – ríos costa y sierra) los resultados de campo fueron T° 10.0°C, Cianuro total 0 mg/l, Arsénico <0.001, Cobre <0.003 mg/l, Plomo <0.01 mg/l, Zing 0,416 mg/l. A partir del análisis se concluye que la calidad del agua en el tramo evaluado del río San Juan que comprende la estación de monitoreo E-2 está influyendo negativamente en la calidad del agua, debido a que estos efluentes de las operaciones mineras que se mezclan con el cuerpo receptor están deteriorando la biodiversidad del sistema acuático en su totalidad.

**Armas** (2009). En su trabajo titulado “Caracterización física, química y biológica de las aguas de los ríos Huallaga, Paranapura y Shanusi en el ámbito correspondiente a la ciudad de Yurimaguas. Loreto 2009”. Tuvo como objetivo caracterizar física, química y biológica el agua de los ríos Huallaga, Paranapura y Shanusi en el ámbito correspondientes a la ciudad de Yurimaguas, Perú 2009. La metodología que se utilizó de acuerdo a la

orientación básica y de acuerdo a la técnica de contrastación descriptiva. Según los resultados se obtuvieron datos de los análisis físicos, químicos y biológicos de las muestras de agua de las quebradas Atun, Zamora, Aguamiro, y Mishuyacu a las cuales se vierte aguas residuales generadas por la población Yurimagüina; así como también del caudal de las dos primeras quebradas mencionadas, todo esto en el mes de diciembre 2009. Así mismo, se comparó los datos (del muestreo de agua de los ríos) promediados por época lluviosa (3 muestreos) y seca (2 muestreos), con los límites máximos permisibles (LMP) establecidos en la Resolución Jefatural N°0291-2009-ANA, los estándares nacionales de calidad para aguas (ECAS) y la Norma Ecuatoriana. Los datos obtenidos del muestreo de aguas de las quebradas se promediaron y compraron con los LMP arriba mencionados. Según las conclusiones la concentración de Coliformes fecales, Coliformes totales, Fierro (Fe), Oxígeno Disuelto (OD) y Aceites y Grasas (A y G), en las aguas de los principales colectores de la ciudad de Yurimaguas, superan los límites máximos permisibles establecidos en la R.J. N° 291-2009-ANA y en la norma Ecuatoriana, en todas las estaciones de muestreo; además de ello, la concentración de Manganeseo (Mn) e Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP) en las quebradas Atun y Zamora y, de Plomo (Pb) en las quebradas Zamora y Mishuyacu, superan los límites máximos permisibles establecidos en la norma Ecuatoriana, ECAS y la R.J. N° 291-2009-ANA, para aguas de Clase II y VI. Los parámetros Temperatura, pH, Turbidez, Manganeseo, Fierro y Coliformes Fecales son los que presentaron concentraciones con tendencia a la variación entre estaciones y épocas del año.

**Rojas** (2009), En su trabajo titulado “determinación de la concentración de coliformes fecales y totales en el río Mayo, por incidencia de la descarga de aguas residuales de la ciudad de Moyobamba 2009”. Tuvo como objetivo determinar la concentración microbiana de coliformes fecales y totales en el río Mayo, aportados por incidencia de la descarga de aguas residuales de la ciudad de Moyobamba. La metodología que se utilizo es de acuerdo a la

orientación aplicada y de acuerdo a la técnica de contrastación descriptiva. Según los resultados los valores de concentración expresados en la tabla N° 08, podemos observar que el río Mayo durante los meses de agosto, setiembre, noviembre y diciembre 50 metros aguas arriba del vertedero presenta elevadas concentraciones de coliformes fecales y totales, que superan los estándares de calidad ambiental dispuestos por el DS. 002-2008-MINAM, por otro lado 50 metros aguas abajo del vertedero, las concentraciones son mayores a los del punto-0, esto significa que el vertedero de aguas residuales de la ciudad de Moyobamba, tiene incidencia sobre el aporte de concentraciones bacteriológicas sobre el río Mayo. Según las conclusiones el método de filtración utilizada de membranas para determinar la concentración de coliformes fecales y totales, se conoce que las concentraciones bacteriológicas (CF y CT) 50 metros aguas arriba del vertedero superan los ECAs, siendo  $[1.3 \times 10^5]$  para CT y  $[1.0 \times 10^4]$  para CF, la incidencia o aporte bacteriológico del vertedero al río Mayo ha sido analizado mediante el método de regresión lineal simple, determinando que existe una relación de moderado a significativo para Coliformes Totales, mientras que para Coliformes Fecales la relación de causa efecto es medianamente aceptable, por otro lado se hace evidente que 50 metros aguas abajo del punto de vertimiento las concentraciones en promedio disminuyen a  $1.6 \times 10^6$  para CT y  $1.0 \times 10^5$  para CF, siendo evidente la alta capacidad de depuración natural del río Mayo.

- **ANTECEDENTES LOCALES**

Torres L. (2016). En su trabajo titulado “distribución espacio-temporal de la contaminación del agua del río Chumbao Andahuaylas, Apurímac, Perú. 2011-2012”. Tuvo como objetivo evaluar las condiciones de contaminación del río Chumbao mediante caracterización de factores hidrológicos, físicos, químicos y biológicos y determinación de índices de calidad del agua. Se aplicó el perfil longitudinal Chapman, (1998), el enfoque sinóptico Rickert, (1998) y la metodología de Canter, (1998), para estimar los índices de calidad

de agua y su análisis espacio temporal. Los resultados obtenidos se presentan de acuerdo a la secuencia de los eventos de muestreos y al perfil longitudinal considerado, es decir, desde el punto más alto aguas arriba (CH-01), hasta el punto más alejado, aguas abajo (CH-10). En el cuadro 1, 4 y 7, se presentan información general del ámbito geográfico del ecosistema con las estaciones de muestreo y para los tres 24 eventos de muestreo con un intervalo de tiempo de 0.30 a 1.00 hora entre punto y/o estación de muestreo y cinco meses entre cada evento muestral aproximadamente. En los cuadros 2, 5 y 8, se presentan los resultados de las mediciones y registros efectuados “in situ” y, en los cuadros 3, 6 y 9, los de los parámetros analizados en el laboratorio de la Universidad Nacional José María Arguedas y para los tres eventos muestrales. Espacialmente la tendencia observada, en cuanto a concentraciones y cantidades de los diferentes parámetros de calidad de aguas y para los tres eventos de muestreo, es a incrementarse a partir de la estación de muestreo CH-05, que corresponde a la localidad de San Jerónimo (Quebrada de agua turbia y con abundantes residuos sólidos y que desemboca en el cauce del río Chumbao), hasta la estación CH-10, en Posoccoy - Talavera y la relativa autorecuperación en algunos parámetros como en Oxígeno disuelto a partir de éste punto.

### **3.2. MARCO LEGAL**

- Ley N° 29338, “Ley de Recursos Hídricos” del 31 de marzo de 2009, faculta a la autoridad máxima del sistema nacional de gestión de los recursos hídricos velar por la protección del agua.
- Decreto Supremo N° 001-2010-AG del 24 de marzo de 2010, aprueba el Reglamento de la Ley N°29338 “Ley de Recursos Hídricos”, a través del cual establece el artículo 126° referido al protocolo para el monitoreo de la calidad de las aguas, que la Autoridad Nacional del Agua deberá aprobar.
- Resolución Jefatural N° 182-2011-ANA, protocolo nacional de monitoreo de la calidad de los cuerpos naturales de agua superficial.

- Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM de fecha 31 de julio de 2008, aprueba los estándares nacionales de calidad ambiental para agua y su modificatoria Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM de fecha 19 de diciembre de 2015.
- Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM del 19 de diciembre de 2009, aprueba disposiciones para la implementación de los estándares nacionales de calidad ambiental.
- Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA del 22 de marzo de 2010, aprueba la clasificación de cuerpos de agua superficiales y marinos.

### 3.2.1. ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA – CATEGORÍA IV

**Tabla 1.** ECA de Parámetros, según D.S. N° 02-2008 y su modificatoria D.S N° 015-2015

PARÁMETROS	UNIDADES	RÍOS COSTA Y SIERRA	Categoría
<b>FÍSICOS</b>		<b>Valor</b>	
Turbidez	UNT	100	Categoría 1
Sólidos disueltos totales	mg/L	500	Categoría 4
Sólidos suspendidos totales	mg/L	≤ 100	Categoría 4
Potencial de hidrogeno		6,5 - 9	Categoría 4
Conductividad	(uS/cm)	1000	Categoría 4
<b>QUÍMICOS</b>		<b>Valor</b>	
Aceites y grasas	mg/L	5.0	Categoría 4
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	10	Categoría 4
Demanda química de oxígeno	mg/L	30	Categoría 1
Oxígeno disuelto	mg/L	≥ 5	Categoría 4
<b>MICROBIOLÓGICOS</b>		<b>Valor</b>	
Coliformes termotolerantes	(NMP/100mL)	2000	Categoría 4
Coliformes totales	(NMP/100mL)	3000	Categoría 4

**Nota:** NMP/100 ml: Número más probable de 100 ml.

(a): 100 (para aguas claras).

Sin cambio anormal: (para aguas que presentan coloración natural).

**Fuente:** D.S. N° 02-2008 MINAM y su modificatoria D.S N° 015-2015.

### **3.3. MARCO TEÓRICO GENERAL**

#### **3.3.1. EL AGUA**

El agua es uno de los compuestos más abundantes en la naturaleza ya que cubre aproximadamente tres cuartas partes de la superficie total de la tierra. Sin embargo, a pesar de esta aparente abundancia, existen diferentes factores que limitan la cantidad de agua disponible para el consumo humano ( Arellana, D. y Guzman, J 2011).

El agua, como motor de desarrollo y fuente de riqueza, ha constituido uno de los pilares fundamentales para el progreso del hombre. La ordenación y gestión de los recursos hídricos, que ha sido desde siempre un objetivo prioritario para cualquier sociedad, se ha realizado históricamente bajo directrices orientadas a satisfacer la demanda en cantidades suficientes, bajo una perspectiva de política de oferta (Bethemont, J., 1980).

Como se puede observar cerca del 97% del total de agua disponible se encuentra en los océanos y otros cuerpos de agua salina y no se puede utilizar para diversos propósitos. Del 3% restante, casi el 2 se encuentra distribuida en los témpanos de hielo, glaciares, en la atmósfera o mezclada con el suelo, por lo que no es accesible. De tal forma que para el desarrollo y sostenimiento de la vida humana, con sus diversas actividades industriales y agrícolas, se dispone aproximadamente de 0.62% del agua restante, que se encuentra en lagos de agua fresca, ríos y mantos freáticos ( Arellana, D. y Guzman, J 2011).

#### **3.3.2. AGUAS RESIDUALES Y SU CLASIFICACIÓN**

Son aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado (OEFA 2014).

Aguas servidas, conjunto de líquidos procedentes de usos domésticos, comerciales o industriales que son conducidos a través de la red de alcantarillado que llevan, disueltas o en suspensión, sustancias orgánicas (en vías de putrefacción) e inorgánicas, algunas de ellas tóxicas. Para evitar los riesgos de contaminación y proliferación de gérmenes patógenos se someten a tratamientos de depuración que pueden ser químicos o biológicos. Se les denominan efluentes. Su tratamiento y depuración constituyen el gran reto ambiental de los últimos años por el impacto negativo a los ecosistemas, y en especial a la hidrosfera (Fraume 2006).

#### **3.3.2.1. AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS**

Son aquellas de origen residencial y comercial que contienen desechos fisiológicos, entre otros, provenientes de la actividad humana, y deben ser dispuestas adecuadamente (OEFA 2014).

Residuos líquidos provenientes de la actividad doméstica en residencias, edificios, instalaciones comerciales o asentamientos humanos en general, caracterizadas por contener sustancias biodegradables, detergentes y microorganismos patógenos (Fraume 2006).

#### **3.3.2.2. AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES**

Son aquellas que resultan del desarrollo de un proceso productivo, incluyéndose a las provenientes de la actividad minera, agrícola, energética, agroindustrial, entre otras (OEFA 2014).

Residuos líquidos provenientes de las actividades industriales (Fraume 2006).

#### **3.3.2.3 AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES**

Son aquellas aguas residuales domésticas que pueden estar mezcladas con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial



previamente tratadas, para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado (OEFA 2014).

Agua residual de origen doméstico, comercial e institucional que contiene desechos humanos (Fraume 2006).

### **3.3.3. CALIDAD DEL AGUA**

Si bien en sus primeros orígenes el concepto de “Calidad de Aguas” estuvo asociado con la utilización del agua para el consumo humano, la expansión y el desarrollo de los asentamientos humanos ha diversificado y ampliado los usos y aplicaciones potenciales del agua hasta tal punto, que el significado de Calidad de Aguas ha debido ampliarse, para ajustarse a este nuevo espectro de posibilidades y significados. En la actualidad, es tan importante conocer la calidad del agua para el consumo humano, como lo puede ser para el riego de cultivos, para el uso industrial en calderas, para la fabricación de productos farmacéuticos, para la expedición de licencias ambientales, para diseñar y ejecutar programas de monitoreo en las evaluaciones ambientales, para adecuarla a las múltiples aplicaciones analíticas de los laboratorios y para regular y optimizar el funcionamiento de las plantas de tratamiento, entre muchos otros fines. En síntesis, una determinada fuente de aguas puede tener la calidad necesaria para satisfacer los requerimientos de un uso en particular y al mismo tiempo, no ser apta para otro. Puesto que no existe un tipo de agua que satisfaga los requerimientos de calidad para cualquier uso concebible ni tampoco “un criterio único de calidad para cualquier fin”, el concepto de Calidad de Aguas, se aplica siempre en relación con un uso o aplicación previamente establecida. Por lo tanto, la calidad del agua es un término variable en función del uso concreto que se vaya a hacer de ella. Para los usos más importantes y comunes del agua existen una serie de requisitos recogidos en normas específicas basados tradicionalmente en las concentraciones de diversos parámetros físico-químicos: a) Físicos: sabor y olor, color, turbidez,

conductividad, tº. b) Químicos: pH, O<sub>2</sub>, saturación de oxígeno, sólidos en suspensión, cloruros, sulfatos, nitratos, fosfatos, amoniacosulfuros, hierro, manganeso, metales pesados, gases disueltos como dióxido de carbono, etc., DBO<sub>5</sub>, DQO. c) Biológicos: Bacterianos (presencia de bacterias coliformes, indicadoras de contaminación fecal y otras como Salmonellas, etc.); presencia de virus. - comunidades de macroinvertebrados bentónicos: son indicadores de buena calidad del agua en función de las especies más o menos tolerantes a la contaminación que aparezcan. Si el agua reúne los requisitos fijados para cada uno de los parámetros mencionados en función de su uso es de buena calidad para ese proceso o consumo en concreto (SENAMHI 2007).

#### **3.3.4. IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DE AGUA**

Cada vez la disponibilidad de agua para consumo humano es menor, debido al crecimiento poblacional, incremento en el consumo per cápita, contaminación de las fuentes de agua en general y al manejo inadecuado de las cuencas hidrográficas. (Randulovich, R 1997).

El peligro de que ciertos elementos solubles se incorporen al agua, y aún más peligroso, si estos elementos están en contacto directo con estas fuentes de agua, provocarán enfermedades en la salud pública. Las implicaciones de consumir agua contaminada son muchas: En el contexto de la salud pública se establece que aproximadamente un 80% de todas las enfermedades y más de una tercera parte de las defunciones en los países en vías de desarrollo tienen principal causa la ingestión del agua contaminada. Se estima que el 70% de la población que vive en áreas rurales de países en desarrollo, está principalmente relacionada con la contaminación de agua por heces fecales (OMS, 1993).

Lo anterior tiene una estrecha relación con la escorrentía superficial, una forma de contaminación difusa o no localizada. La contaminación por fuentes no localizadas contribuye significativamente con niveles altos de

agentes patógenos en las fuentes de aguas superficiales, especialmente por coliformes fecales de origen humano y animal. En este sentido, un suministro seguro de agua para uso potable en cantidad, calidad y continuidad, contribuye a la reducción de la probabilidad de enfermedades transmitidas por la vía fecal y oral (OMS, 1993).

### **3.3.5. CONTAMINACIÓN ACUÁTICA**

Definición de estado del agua que ha modificado sus condiciones naturales, físicas, químicas o bacteriológicas, requeridas para el proceso para la cual se le ha destinado originalmente. Por ejemplo un agua que no se considera contaminada para el uso de una caldera, puede estarlo para el consumo animal o humano (Fraume 2006).

#### **3.3.5.1. CLASIFICACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN**

Según el origen la contaminación es de dos tipos:

- a) **Contaminantes biogénicos.** Esta es la contaminación debida a fenómenos naturales, como la erosión y las erupciones volcánicas y está relacionada con la composición de suelos, aguas y los componentes de algunos alimentos. Esta clase de contaminación no es tan grave como la antropogénica (Arellana, Guzmán 2011).
- b) **Contaminantes antropogénicos.** Es la generada por las actividades del hombre y es más grave por la naturaleza y la gran variedad de contaminantes generados. Dichas actividades son las industriales, mineras, agropecuarias, artesanales y domésticas (Arellana, Guzmán 2011).

### **3.3.5.2. TIPOS DE CONTAMINANTES**

#### **a) Contaminación biológica**

Esta contaminación se presenta cuando un microorganismo (virus, hongo o bacteria) se encuentra en un ambiente que no le corresponde y causa daños a los demás organismos que lo habitan. Con frecuencia, este tipo de contaminación es provocado a las deficiencias de los servicios de saneamiento como drenajes y alcantarillado, abastecimiento de agua potable, sistemas de tratamiento de aguas negras, o debida a malos hábitos higiénicos (Arellana, Guzmán 2011).

Sin embargo, la contaminación biológica es relativamente de fácil prevención y control, ya que si se llevan a cabo las medidas de recolección oportuna y adecuada de la basura, su confinamiento en lugares acondicionados para tal fin; campañas de educación para la salud, se podrán prevenir muchas de las enfermedades debidas a esta fuente (Arellana, Guzmán 2011).

#### **b) Contaminación física**

Esta contaminación es la provocada por agentes físicos como las radiaciones ionizantes, energía nuclear, ruido, presiones extremas, calor y vibraciones. Se presenta tanto en ambientes cerrados como los laborales y como en abiertos, y en estos últimos provocan daños a la población en general (Arellana, Guzmán 2011).

Una característica de este tipo de contaminación es que en ocasiones sus efectos pueden presentarse a largo plazo, como es el caso del ruido, que después de que una persona está expuesta a este agente de manera permanente y prolongada, presentará problemas en su sistema auditivo como sordera. También provoca muerte de flora y fauna, cáncer y mutaciones entre otros.

### **c) Contaminación química**

La contaminación química es la provocada por diferentes sustancias de uso industrial y doméstico, que se encuentran dispersas en el ambiente. Puede considerarse a este tipo como el más grave de los tres, pues a dichas sustancias las podemos encontrar en los tres estados de la materia (líquido, sólido y gaseoso) y por lo tanto pueden depositarse en el agua, suelo y aire, y por esta razón pueden entrar más fácilmente en los organismos vivos. También pueden incorporarse de manera

### **3.3.6. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGUA**

Según (DIGESA- GESTA 2011), los parámetros físicos a evaluar tienen las siguientes características.

#### **1) Turbidez**

##### **a) Definición**

Demuestra la resistencia a la transmisión de la luz en el agua.

##### **b) Características**

La turbiedad, como medida de las propiedades de transmisión de la luz de agua, es otro parámetro que se emplea para indicar la calidad de las aguas vertidas o de las aguas naturales en relación con la materia coloidal y residual en suspensión.

la turbidez del agua es producida por materias en suspensión, como arcillas, cieno o materias orgánicas e inorgánicas finamente divididas, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton, sedimentos procedentes de la erosión y microorganismos, el tamaño de estas partículas varía desde 0,1 a 1.000 nm (nanómetros) de diámetro,.

La materia suspendida en el agua absorbe la luz, haciendo que el agua tenga un aspecto nublado. Esto se llama turbidez. La turbidez se puede medir con diversas técnicas.

### **c) Riesgo**

Elevados niveles de turbiedad pueden proteger a los microorganismos de los efectos de la desinfección y estimular la proliferación de bacteria.

En niveles altos de turbidez, el agua pierde la habilidad de apoyar la diversidad de organismos acuáticos, aumenta la temperatura al sostener partículas que absorben el calor de la luz solar y el agua caliente conserva menos oxígeno que el agua fría, así al entrar menos luz disminuye la fotosíntesis necesaria para producir oxígeno. Otro efecto asociado a turbidez es la obstrucción de las agallas de los peces, por los sólidos suspendidos, reducción del crecimiento y la resistencia a las enfermedades, al igual que limita el desarrollo de huevos y larvas (Mitchell et al. 1991).

## **2) Sólidos disueltos totales**

### **a) Definición**

El término sólidos totales disueltos describe la cantidad total de sólidos disueltos en el agua.

Sustancias orgánicas e inorgánicas solubles en agua. Son todos los sólidos, que están en solución ionizados. No incluyen los sólidos en suspensión, coloides ni gases disueltos.

### **b) Características:**

Los sólidos totales disueltos y la conductividad eléctrica están estrechamente relacionados. Cuanto mayor sea la cantidad de sales

disueltas en el agua, mayor será el valor de la conductividad eléctrica. La mayoría de los sólidos que permanecen en el agua tras una filtración de arena, son iones disueltos. El cloruro de sodio por ejemplo se encuentra en el agua como  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$ . El agua de alta pureza que en el caso ideal contiene solo  $\text{H}_2\text{O}$  sin sales o minerales tiene una conductividad eléctrica muy baja. La temperatura del agua afecta a la conductividad eléctrica de forma que su valor aumenta de un 2 a un 3 % por grado Celsius, es el contenido total de iones disueltos en el agua.

### **c) Riesgo**

Las altas concentraciones de sólidos disueltos son debido al arrastre de materiales provocados por el aumento del caudal de los ríos, es un índice importante en la determinación de los usos del agua.

## **3) Sólidos suspendidos totales**

### **a) Definición:**

Se entiende por SST a un parámetro utilizado en la calificación de la calidad del agua y en el tratamiento de aguas residuales. Indica la cantidad de sólidos.

Sólidos constituidos por sólidos sedimentables, sólidos en suspensión y sólidos coloidales, cuyo tamaño de partícula no pase el filtro estándar de fibra de vidrio con un diámetro de poro de 1.5 micrómetros o su equivalente.

### **b) Características:**

Este indicador se refiere a la carga de sólidos suspendidos totales en cuerpos de agua y no a vertimientos, en lenguaje técnico se usa la expresión carga para señalar el volumen de sólidos suspendidos que corre o alberga un cuerpo de agua durante un periodo determinado.

Las sustancias no disueltas usualmente se denominan materia suspendida o sólidos suspendidos, pocas veces se realizan pruebas de sólidos suspendidos, estos generalmente se evalúan por medición de turbiedad.

Sólidos suspendidos y los sólidos suspendidos volátiles se emplean para evaluar la concentración de los residuos domésticos.

**c) Riesgo:**

- Los altos niveles de sólidos suspendidos totales pueden resultar dañinos a los hábitats bénticos y causar condiciones anaerobias en el lecho de los lagos, ríos y mares, debido a la descomposición de los materiales volátiles en los sólidos.
- las partículas suspendidas en las aguas ayudan a la adhesión de metales pesados y muchos otros compuestos orgánicos tóxicos y pesticidas que contienen las aguas ocasionando de esta manera alteración de la calidad de agua destinadas a la conservación del ambiente.
- las partículas suspendidas absorben calor de la luz del sol, haciendo que las aguas turbias se vuelvan más calientes, y así reduciendo la concentración de oxígeno en el agua (el oxígeno se disuelve mejor en el agua más fría). Además algunos organismos no pueden sobrevivir en agua más caliente.
- Las partículas en suspensión dispersan la luz, de esta forma decreciendo la actividad fotosintética en plantas y algas, que contribuye a bajar la concentración de oxígeno más aún.
- Como consecuencia de la sedimentación de las partículas en el fondo, los lagos poco profundos se colmatan más rápido, los huevos



de peces y las larvas de los insectos son cubiertas y sofocadas, las agallas se tupen o dañan.

- El plancton y los materiales suspendidos inorgánicos reducen la penetración de la luz al cuerpo de agua, reduciendo la producción primaria y como consecuencia disminuye el alimento de los peces.

#### **4) Potencial de hidrógeno (pH)**

##### **a) Definición**

El pH es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculando el número iones hidrogeno presentes. Se mide en una escala a partir de 0 a 14, en la escala 7, la sustancia es neutra. Los valores de pH por debajo de 7 indican que una sustancia es ácida y los valores de pH por encima de 7 indican que es básica.

##### **b) Características**

El pH de las aguas naturales se debe a la composición de los terrenos atravesados, el pH alcalino indica que los suelos son calizos y el pH ácido que son síliceos. Las agua contaminadas en zonas de descargas industriales pueden tener un pH muy ácido.

##### **c) Riesgo**

Un alto o bajo pH en aguas naturales puede romper el balance de los químicos del agua y movilizar a los contaminantes, causando condiciones tóxicas. Los organismos acuáticos pueden experimentar problemas haciendo que las poblaciones declinen.

## **5) Conductividad**

### **a) Definición**

La Conductividad es la medida de la capacidad del agua para conducir la electricidad. Es indicativa de la presencia de iones. Proviene de una base, un ácido o una sal, disociadas en iones.

### **b) Características**

El agua pura tiene una conductividad eléctrica muy baja. El agua natural tiene iones en disolución y su conductividad es mayor y proporcional a la cantidad y características de esos electrolitos. Por esto se usan los valores de conductividad como índice aproximado de concentración de solutos. Como la temperatura modifica la conductividad las medidas se deben hacer a 20°C.

La conductividad eléctrica de un agua se utiliza como una medida indirecta de su concentración de sólidos disueltos totales o de minerales en el agua

### **a) Riesgo:**

- Salinidad del suelo
- Las soluciones de la mayoría de ácidos, bases y sales presentan coeficientes de conductividad relativamente adecuados.
- Las moléculas de los compuestos orgánicos que no se disocian en soluciones acuosas tienen una conductividad muy escasa o nula.
- La conductividad eléctrica de un agua se utiliza como una medida indirecta de su concentración de sólidos disueltos totales o de minerales en el agua.
- La salinidad del agua se determina midiendo su conductividad eléctrica.
- La presencia de sales afecta el crecimiento de las plantas por tres mecanismos.

1. Efectos osmóticos, provocados por la concentración total de sales en el agua del suelo.
  2. Toxicidad de iones específicos, provocada por la concentración de un ión determinado.
  3. Dispersión de las partículas de suelo, provocada por la presencia importante de sodio y por una baja salinidad.
- Es habitual encontrar valores de 700 umhos/cm. a 1200 umhos/cm de manera natural en cuerpos de agua superficiales.

### **3.3.7. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL AGUA**

Según (DIGESA- GESTA 2011), los parámetros químicos a evaluar tienen las siguientes características.

#### **6) Aceites y grasas**

##### **a) Definición**

Los aceites y las grasas no son categorías químicas definitivas, pero incluye millares de compuestos orgánicos con la comprobación que varía el producto químico y las características toxicológicas, pueden ser volátiles o permanentes, solubles o insolubles, persistentes o degradados fácilmente.

Las fuentes son corrientes de agua conteniendo kerosene, aceites lubricantes y de automóviles, corriente de gasolineras, industrias domésticas, alcantarillado comercial e industrial así como alcantarillado institucional, residuos de alimentos y aceite de cocinas.

##### **b) Características**

Los aceites y grasas procedentes de restos de alimentos o de procesos industriales (automóviles, lubricantes, etc.) son difíciles de metabolizar por las bacterias y flotan formando películas en el agua que dañan a los seres vivos, estos son altamente estables, inmiscibles con el agua,

proceden de desperdicios alimentarios en su mayoría, a excepción de los aceites minerales que proceden de otras actividades.

**c) Riesgos:** Los aceites de cualquier clase pueden causar:

- Ahogamiento de aves acuáticas debido a la pérdida de flotabilidad, exposición debido a pérdida de capacidad aislador de plumas, y hambre y vulnerabilidad a los depredadores debido a la carencia de la movilidad .
- Efectos mortales sobre pescados cubriendo superficies epiteliales de papadas, así previniendo la respiración.
- Asfixia de las formas de vida bénticas.
- Efectos estéticos adversos de litorales y de playas ensuciados.

Debido a la amplia gama de compuestos incluidos en la categoría, es imposible establecer los valores significativos de 96-horas LC50 para aceite y grasas. Sin embargo, las larvas marinas, aparecen ser intolerante de los agentes contaminadores del petróleo, particularmente los compuestos solubles en agua, concentraciones de hasta sólo 0.1 mg/L.

## **7) Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)**

**a) Definición:**

Dado que la materia orgánica no sólo son carbohidratos, una manera más práctica de analizar el consumo de oxígeno en la degradación de la materia orgánica en general, es medir la demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>).

**b) Características**

- Los resultados de los ensayos de DBO<sub>5</sub> se emplea para:
  - Determina la cantidad aproximada de oxígeno que se requerirá para estabilizar biológicamente la materia orgánica presente;

- Dimensionar las instalaciones de tratamiento de aguas residuales;
  - Medir la eficacia de algunos procesos de tratamiento y controlar el cumplimiento de las limitaciones a que están sujetos los vertidos.
- La determinación de la  $DBO_5$  está relacionada con la medición del oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica.
  - Se define la  $DBO_5$  como el monto de oxígeno consumido por microorganismos para oxidar biológicamente la materia orgánica, cuando se incuba una muestra en la oscuridad durante 5 días a  $20^{\circ}\text{C}$ .

**c) Riesgos:**

Es un parámetro muy significativo cuando se trata de determinar la carga contaminante que generan los desechos domésticos e industriales de carácter orgánico al ser descargados en los ríos, en los que persisten condiciones aeróbicas. (Ramírez, 2011)

Los niveles altos de  $DBO_5$ , indican que el agua está contaminada y necesita un tratamiento para darle un uso. La contaminación del agua por materia orgánica causaría en las plantas, que estos contaminantes orgánicos se acumulen en las raíces o extremidades de los vegetales, y los afectados son los consumidores que los ingieren directamente.

Oxígeno (la cual es evaluada mediante la Demanda Bioquímica de Oxígeno,  $DBO_5$ ) que causa graves daños a la flora y fauna acuática. El aumento de la  $DBO_5$ , al igual que la  $DQO$  ocasiona disminución del oxígeno disuelto, afectando la vida acuática. Es importante tener en cuenta las variaciones relativas de oxígeno ya que si estas variaciones son grandes es síntoma de que ha habido un aumento anormal de vegetales, materia orgánica, gérmenes aerobios, reductores anaerobios.

El aumento de la  $DBO_5$ , al igual que la DQO ocasiona disminución del oxígeno disuelto, afectando la vida acuática.

La putrefacción de la materia orgánica en el agua produce una disminución de la cantidad de oxígeno (la cual es evaluada mediante la Demanda Bioquímica de Oxígeno,  $DBO_5$ ) que causa graves daños a la flora y fauna acuática, pero que desaparece al término del proceso de putrefacción.

## **8) Demanda química de oxígeno**

### **a) Definición**

DQO es la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación química de la materia orgánica e inorgánica en el agua expresada en mg/L y se emplea un oxidante (dicromato potásico). Que se determina en tres horas y, en la mayoría de los casos, guarda una buena relación con la  $DBO_5$  por lo que es de gran utilidad al no necesitar los cinco días de la  $DBO_5$ . Sin embargo la DQO no diferencia entre materia biodegradable y el resto y no suministra información sobre la velocidad de degradación en condiciones naturales, el valor de la DQO es mayor que el de la  $DBO_5$ .

El valor de la DQO es siempre superior al de la  $DBO_5$  porque muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente, pero no biológicamente, y su contenido es de materia orgánica: es de carbohidratos, proteínas, grasas e inorgánico (hierro ferroso, nitritos, amoníaco, sulfuros y cloruros).

### **b) Características**

El ensayo de la DQO se emplea para medir el contenido de materia orgánica tanto de las aguas naturales como de las residuales. En el ensayo, se emplea un agente químico fuertemente oxidante en medio

ácido para la determinación del equivalente de oxígeno de la materia orgánica que puede oxidarse.

El ensayo de la DQO también se emplea para la medición de la materia orgánica presente en aguas residuales tanto industriales como municipales que tengan compuestos tóxicos para la vida biológica. La DQO de un agua residual suele ser mayor que su correspondiente  $DBO_5$ , siendo esto debido al mayor número de compuestos cuya oxidación tiene lugar por vía química frente a los que se oxidan por vía biológica.

En muchos tipos de aguas residuales es posible establecer una relación entre los valores de la  $DBO_5$  y la DQO. Ello puede resultar de gran utilidad dado que es posible determinar la DQO en un tiempo de 3 horas, frente a los 5 días necesarios para determinar la  $DBO_5$ . Una vez establecida la correlación entre ambos parámetros, pueden emplearse las medidas de la DQO para el funcionamiento y control de las plantas de tratamiento.

## **9) Oxígeno disuelto (OD)**

### **a) Definición**

Es el oxígeno que esta disuelto en el agua, esto se logra por la aireación y como un producto de desecho de la fotosíntesis, la solubilidad del oxígeno en agua depende, además de su presión parcial de la temperatura, la concentración de oxígeno disuelto en las aguas naturales es crucial para los animales acuáticos que lo utilizan en la respiración.

### **b) Características**

El oxígeno disuelto es necesario para la respiración de los microorganismos aerobios, así como para otras formas de vida. Sin

embargo, el oxígeno es sólo ligeramente soluble en agua, la cantidad real de oxígeno y otros gases que pueden estar presentes en la solución, viene acondicionada por los siguientes aspectos: (1) solubilidad del gas, (2) presión parcial del gas en la atmósfera; (3) temperatura, y (4) pureza del agua (salinidad, sólidos en suspensión, etc).

La velocidad de las reacciones bioquímicas que consumen oxígeno aumenta con la temperatura, los niveles de oxígeno disuelto tienden a ser más críticos en las épocas estivales. El problema se agrava en los meses de verano, debido a que el caudal de los cursos de agua es generalmente menor, razón por la cual la cantidad total de oxígeno disponible es también menor. Dado que evita la formación de olores desagradables en las aguas residuales, es deseable y conveniente disponer de cantidades suficientes de oxígeno disuelto.

### **c) Riesgo**

El oxígeno disuelto es el parámetro más crítico para un ambiente acuático, y su nivel debe ser determinado con frecuencia.

Las bajas concentraciones de oxígeno disuelto (hipoxia y/o anoxia) pueden producir perturbaciones para organismos acuáticos, inclusive causar la muerte y la sobresaturación de gases disueltos en el agua podría ocasionar en los peces “la enfermedad de la burbuja de gas”, este evento no es frecuente.

La importancia del oxígeno disuelto (OD) para la vida acuática se debe a que, en los casos en los que el nivel de OD se sitúa por debajo de 4-5 mg/l, se pueden producir efectos nocivos en determinadas especies.



El aumento de la DBO, al igual que la DQO ocasiona disminución del oxígeno disuelto, afectando la vida acuática.

### **3.3.8 CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS**

Según (DIGESA- GESTA 2011), los parámetros microbiológicos a evaluar tienen las siguientes características.

#### **10) Coliformes termotolerantes y Coliformes Totales**

##### **a) Fuente**

Vertidos domésticos de aguas residuales de alcantarillado, fosas sépticas, corrientes urbanas, granjas de animales y parques, goteos de aguas de aves y aplicaciones a la tierra de residuos de animales, la presencia de Coliformes en aguas superficiales indica contaminación proveniente de residuos humanos, animales o erosión del suelo separadamente, o de una combinación de las tres fuentes.

**b) Características:** Los coliformes termo tolerantes son aquellos coliformes propios del tracto intestinal del hombre y los vertebrados de sangre caliente, que fermentan la lactosa con producción de acidez y gas a 44.5 C°, comprenden a los géneros de Escherichia y en menor grado Klebsiella, Enterobacter y Citrobacter.

Los Coliformes Totales son bacterias Gram negativas, forma de bastoncillos, estos se desarrollan en presencia de sales biliares u otros agentes tenso activos, fermentan lactosa a 35-37 C°, produciendo gas y ácido. Son Oxidasa negativa y no forman esporas. El grupo coliformes los conforman la Escherichia Coli, Klebsiella, Enterobacter y Citrobacter y Serratia.

Las bacterias del grupo coliforme se encuentran en el intestino, en las heces humanas y en las de animales de sangre caliente.

Escherichia coli. Es el principal indicador bacteriano en el agua. Estudios efectuados han demostrado que la E. coli está presente en las heces de humanos y animales de sangre caliente entre  $10^8$  y  $10^9$  por gramo de heces.

### **c) Riesgo**

La contaminación por microorganismos puede acarrear graves problemas no solamente a la salud de las plantas y animales sino también a la del hombre, consumidor de ellos. La presencia de microorganismos debe vigilarse particularmente en los cultivos en que las raíces o las extremidades de los vegetales son consumidas por el hombre o los animales.

Son muchas enfermedades que causan las materias fecales la cual ocasionan epidemias y pérdida de miles de animales.

## **3.4. MARCO CONCEPTUAL**

- **Aguas Residuales**

Aquellas cuyas características originales han sido modificadas por actividades antropogénicas.

- **Cadena de custodia**

Es un documento fundamental en el monitoreo de la calidad del agua que permite garantizar las condiciones de identidad, registro, seguimiento y control de los resultados del análisis.

- **Calidad del agua**

Se define a la calidad del agua como su aptitud para los usos benéficos a que se ha venido dedicando en el pasado, es decir, para consumo humano y de los animales, para riego, recreación y soporte de una vida acuática sana.

- **Caudal**

Es la cantidad de agua que pasa por una sección determinada en una unidad de tiempo.

- **Concentración**

Cantidad de soluto presente en una determinada cantidad de disolución.

- **Contaminación**

La acción y el efecto de introducir materias, o formas de energía, o inducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica.

- **Cuerpo de agua**

Curso de agua natural o artificial tales como ríos, lagos, manantiales, reservorios, lechos subterráneos u océanos; en los cuales son vertidas las aguas residuales con o sin tratamiento.

- **Categorías de agua**

Son denominaciones que se dan en función al uso que le van a dar al cuerpo natural de agua en el cual se establecen un valor en relación al uso que se le pretende dar. Por ejemplo, si se quiere destinar un cuerpo de agua a la producción de agua para consumo humano deben considerarse los valores establecidos en la Categoría 1. En cambio, si se quiere destinar un cuerpo de agua para conservación del ambiente acuático deben considerarse los valores establecidos en la Categoría 4.

- **Estándares de calidad ambiental**

La medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire,

agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente.

- **Efluente**

Desechos líquidos o gaseosos, tratados o no, generados por diversas actividades humanas que fluyen hacia sistemas colectores o directamente a los cuerpos receptores. Comúnmente se habla de efluentes refiriéndose a los desechos líquidos.

- **Frecuencia de monitoreo**

Es la periodicidad del monitoreo de la calidad del agua, el cual está determinado por la estacionalidad hidrológica del cuerpo de agua continental.

- **Límites máximos permisibles**

Por su parte, los Límites Máximos Permisibles (LMP) se definen como la concentración de los parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan un efluente, que al ser excedido causa o puede causar daños para la salud, bienestar humano y al ambiente.

- **Monitoreo de la calidad del agua**

Es el proceso que permite obtener como resultado la medición de la calidad del agua, con el objeto de realizar el seguimiento sobre la exposición de contaminantes a los usos de agua y control a las fuentes de contaminación.

- **Muestra de agua**

Parte representativa del material a estudiar (para este caso agua natural, agua superficial) en la cual se analizaran los parámetros de interés.

- **Muestreo de agua**

Es una herramienta del monitoreo. Su función básica es la extracción de una parte del cuerpo de agua para determinar sus características y condiciones actuales.

- **Muestra simple o puntual**

Es aquella muestra que representa la composición del cuerpo de agua original para el lugar, tiempo y circunstancias particulares en las que se realizó su colección. En tales circunstancias, un cuerpo de agua puede estar adecuadamente representado por muestras simples.

- **Muestra compuesta**

Se refiere a una mezcla de muestras simples o puntuales tomadas en el mismo punto en distintos momentos. Para estos propósitos, se considera como estándar una muestra compuesta que representa un período de 24 horas.

- **Muestra integrada**

La muestra integrada es la mezcla de muestras puntuales, colectadas en distintos puntos al mismo tiempo o con la menor separación temporal que sea posible. Un ejemplo de la necesidad de las mismas es el de los ríos o corrientes cuya composición varía según el ancho y profundidad.

- **Parámetros de calidad**

Compuestos, elementos, sustancias, indicadores y propiedades físicas, químicas o biológicas de interés para la determinación de la calidad de agua.

- **Preservante químico**

Es una solución química que inhibe y/o estabiliza la muestra para conservar la muestra de agua hasta el momento del análisis.

- **Protocolo**

Es un documento guía que contiene pautas, instrucciones, directivas y procedimientos establecidos para desarrollar una actividad específica.

- **Plan de muestreo**

Es el procedimiento que se requiere para obtener una muestra representativa, cuyas características conserven las condiciones del cuerpo de agua original.

- **Punto de monitoreo**

Es la ubicación geográfica de un punto, donde se realiza la evaluación de la calidad y cantidad en un cuerpo natural de agua en forma periódica, en el marco de las actividades de vigilancia.

- **Río**

Corriente natural de agua que fluye con continuidad. Posee un caudal determinado y desemboca en el mar, en un lago o en otro río.

## **IV. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS**

### **4.1. HIPÓTESIS CENTRAL**

El agua contaminada del río Mariño influye en la calidad del agua del río Pachachaca-Abancay 2016.

### **4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS**

- Los parámetros físicos del agua contaminada del río Mariño influyen en la calidad del agua del río Pachachaca, Abancay 2016.
- Los parámetros químicos del agua contaminada del río Mariño influyen en la calidad del agua del río Pachachaca, Abancay 2016.
- Los parámetros microbiológicos del agua contaminada del río Mariño influyen en la calidad del agua del río Pachachaca, Abancay 2016.

## **V. IDENTIFICACIÓN Y DEFINICIÓN DE VARIABLES**

### **5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE (X)**

El agua contaminada del río Mariño (X)

#### **Definición conceptual**

Definición de estado del agua que ha modificado sus condiciones naturales, físicas, químicas o bacteriológicas, requeridas para el proceso para la cual se le ha destinado originalmente. Por ejemplo un agua que no se considera contaminada para el uso de una caldera, puede estarlo para el consumo animal o humano (Fraume 2006).

#### **CATEGORIAS:**

- Agentes físicos
- Agentes químicos
- Agentes microbiológicos

#### **INDICADORES:**

##### **Parámetros físicos ( $X_1$ )**

- Turbiedad.
- Sólidos disueltos totales.
- Sólidos suspendidos totales.
- Potencial de hidrógeno.
- Conductividad.

##### **Parámetros químicos ( $X_2$ )**

- Aceites y grasas.
- Demanda bioquímica de oxígeno ( $DBO_5$ ).
- Demanda química de oxígeno.
- Oxígeno disuelto.



### **Parámetros microbiológicos (X<sub>3</sub>)**

- Coliformes termotolerantes.
- Coliformes totales.

## **5.2. VARIABLE DEPENDIENTE (Y)**

Calidad del agua del río Pachachaca.

### **Definición conceptual**

Conjunto de características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas propias del agua (Fraume 2006).

### **CATEGORIAS:**

- Población y recreación.
- Conservación del ambiente acuático.

### **INDICADORES:**

#### **Parámetros físicos (Y1)**

- Turbiedad
- Sólidos disueltos totales
- Conductividad

#### **Parámetros químicos (Y2)**

- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>)
- Demanda química de oxígeno
- Oxígeno disuelto

#### **Parámetros microbiológicos (Y3)**

- Coliformes termotolerantes
- Coliformes totales

### 5.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 2.** Procedimiento que describe las variables

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICES
<b>Variable independiente:</b> El agua contaminada del río Mariño (X)	Parámetros físicos	Turbiedad	UNT
		Sólidos Disueltos Totales	mg/l
		Sólidos Suspendidos Totales	mg/l
		Potencial de Hidrógeno (pH)	Sin unidad
		Conductividad	(uS/cm)
	Parámetros químicos	Aceites y Grasas	mg/l
		Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l
		Demanda Química de Oxígeno	mg/l
		Oxígeno Disuelto	mg/l
	Parámetros microbiológicos	Coliformes Termotolerantes	(NMP/100mL)
		Coliformes Totales	(NMP/100mL)
<b>Variable dependiente:</b> Calidad del agua del río Pachachaca.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Población y recreación</li> <li>• Riego de vegetales y bebida de Animales</li> <li>• Conservación del ambiente acuático</li> </ul>	Turbiedad (100 UNT ECA)	
		Sólidos Disueltos Totales (500 mg/L ECA)	
		Sólidos Suspendidos Totales ( $\leq 100$ mg/L ECA)	
		Potencial de Hidrogeno (6,5 – 9 ECA)	
		Conductividad (1000 uS/cm ECA)	
		Demanda Bioquímica de Oxígeno (10 mg/L ECA)	
		Demanda Química de Oxígeno (30 mg/L ECA)	
		Oxígeno disuelto ( $\geq 5$ mg/L ECA)	
		Coliformes termotolerantes (2000 NMP/100mL)	
		Coliformes totales (3000 NMP/100mL)	

**Fuente:** Elaboración propia.

## VI. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 6.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación de acuerdo al fin que se persigue fue aplicada porque pone a prueba la variable independiente para ver los efectos en la variable dependiente (Hernández R. Fernández C. Baptista P.)

### 6.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo correspondió al nivel de investigación descriptivo porque explica los resultados de la variable independiente para ver los resultados de la variable dependiente. (Hernández R. Fernández C. Baptista P.)

### 6.3. MÉTODOS

El método utilizado en la presente investigación corresponde al hipotético-deductivo.

El conjunto de procedimientos de la investigación aplicada para cada momento de la investigación:

**Observación:** porque mediante la observación se intentara captar aquellos aspectos más significativos de cara al fenómeno o hecho a investigar para la recopilación de datos que se estimen pertinentes (Hernández R. Fernández C. Baptista P.)

**Deductivo - inductivo:** Una vez asignado los aspectos más significativos previamente establecidos de acuerdo a su importancia se aplicará a casos individuales y comprobar así su validez (Hernández R. Fernández C. Baptista P.)

**Analítico - sintético:** porque estudiara los hechos, partiendo de la descomposición del objeto de estudio en cada una de sus partes para estudiar en forma individual y luego de forma holística e integral (Hernández R. Fernández C. Baptista P.)

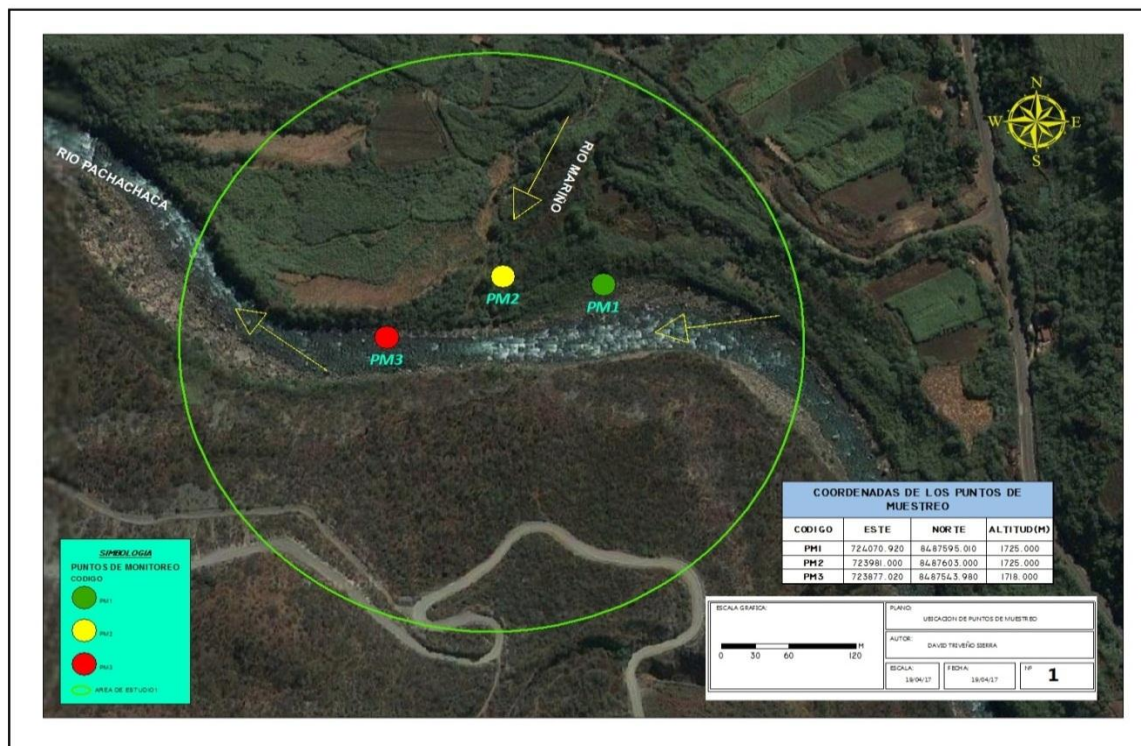
**Estadístico:** porque se utilizará para analizar e interpretar datos numéricos que se manifestaran en el cálculo del muestreo y en la interpretación de los resultados (Hernández R. Fernández C. Baptista P.)

## VII. DETERMINACIÓN DEL UNIVERSO Y LA MUESTRA

### 7.1. TAMAÑO DEL UNIVERSO O POBLACIÓN

El área de estudio se encuentra en el sector de Pachachaca el cual está situado en la provincia de Abancay departamento de Apurímac, su ubicación geográfica en coordenadas UTM y de acuerdo al datum WGS-84 está comprendido en el siguiente triángulo PM1 (E 724070.920, N 8487595.010), PM2 (E 723981.000, N8487603.000), PM3 (E 723877N 8487543.980) a una altitud de 1719 m.s.n.m. limita por el sur-este con la ciudad de Abancay y por el nor-oeste con el puente colonial de Pachachaca. Hidrográficamente está localizado en la parte baja de la cuenca Mariño y parte media de la cuenca Pachachaca. La población está constituida por los ríos Mariño y Pachachaca, en la confluencia del río Mariño con el río Pachachaca **hasta 100 metros para cada lado comenzando del punto de encuentro.**

**Figura 1.** Tamaño del universo o población



**Fuente:** Elaboración propia

## **7.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

“La variable independiente es lo que se considera como supuesta causa en una relación entre variables, es la condición antecedente; y al efecto provocado por dicha causa se le denomina variable dependiente consecuente, (P.110), (Hernández R. Fernández C. Baptista P.).

Por tanto el diseño de la presente investigación corresponde al experimental por que se ha puesto a prueba la variable independiente para ver los efectos en la variable dependiente.

### **7.2.1. MUESTRA**

La muestra según el Protocolo Nacional de Monitoreo (DIGESA, 2007) sugiere ubicar tres puntos de muestreo. En tal sentido el primer punto de muestreo denominado PM-1, corresponde a la zona de río Pachachaca antes de la confluencia con el río Mariño., el segundo punto de muestreo denominado PM-2 corresponde a la zona del río Mariño antes de la confluencia con el río Pachachaca y el tercer punto de muestreo denominada PM-3 corresponde a la zona de río Pachachaca después de la confluencia con el río Mariño, tal como se muestra en la figura 1.

El volumen de muestra de agua para los análisis físicos (turbidez: 200 mL / STD: 1000 mL / SST: 1000 mL / pH: 200 mL / conductividad: 200 mL), análisis químicos (aceites y grasas: 1000 mL / DBO<sub>5</sub>:1000 mL / DQO: 200 mL / oxígeno disuelto: Botella llena de un litro) y análisis microbiológicos (coliformes termotolerantes y coliformes totales: 200 mL). (DIGESA, 2007).

## **7.3. ÁMBITO GEOGRÁFICO TEMPORAL**

El desarrollo del presente proyecto de investigación se llevó a cabo durante los meses comprendidos de febrero, junio y setiembre del año 2016; en los puntos de muestreo descritos en La tabla 3.

## **VIII. FUENTES, TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **8.1. FUENTES**

- **PRIMARIA**

Observación directa, fotografías, Análisis de agua, Cuestionarios.

- **SECUNDARIA**

Libros, boletines, revistas, folletos, periódicos, Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de recursos hídricos superficiales

### **8.2. TÉCNICAS**

Para la recolección de los datos se utilizaron las siguientes técnicas:

- Observación.
- Determinación de los puntos de muestreo.
- Parámetros de frecuencia de muestreo.

### **8.3. INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN**

Para la recolección de los datos se utilizaron los siguientes instrumentos de investigación:

#### **a) Materiales**

- Material cartográfico
- Tablero
- Libreta de campo
- Etiquetas de identificación de campo
- Cadena de custodia
- Plumos indeleble
- Guantes descartables
- Cooler
- Reactivos para preservación de muestras

#### **b) Equipos**

- GPS

- Cámara fotográfica

**c) Indumentaria de protección**

- Chaleco
- Lentes

#### **8.4. PROCEDIMIENTO**

- Plan de tabulación y análisis.
- Técnicas de análisis e interpretación de datos.
- Contrastación de hipótesis.

##### **8.4.1. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA**

Para la metodología de muestreo se utilizó como referencia el **Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Agua Superficial**, que tiene como objetivo estandarizar la metodología para el desarrollo del muestreo de la calidad de los recursos hídricos en los cuerpos naturales de agua superficial (ANA – MINAGRI, 2011).

##### **8.4.1.1. PLANIFICACIÓN DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA**

La planificación del monitoreo se realizó en gabinete con la finalidad de diseñar el trabajo de monitoreo que incluye el establecimiento de puntos de monitoreo, lugares de acceso, verificación y ubicación de la zona de muestreo y los puntos de monitoreo mediante el empleo de herramientas informáticas (Ej. Google Earth), los parámetros a evaluar en cada punto de monitoreo, los equipos, materiales, reactivos, formatos de campo, logística a utilizar para el traslado del equipo de trabajo y para el envío de muestras al laboratorio (ANA – MINAGRI, 2011).

**Ubicación:** El punto de muestreo, debe ser identificado y reconocido claramente, de manera que permita su ubicación exacta en muestreos futuros. Para la determinación de la ubicación se utilizó el sistema de



posicionamiento satelital (GPS), el mismo que se registró en coordenadas UTM y en el sistema WGS84, PM1 (E 724070.920, N 8487595.010), PM2 (E 723981.000, N8487603.000), PM3 (E 723877.020, N 8487543.980).

**Tabla 3. Punto de muestreo**

COORDENADAS DE LOS PUNTOS DE MONITOREO WGS 84				
Referencia	Código	Este	Norte	Altitud (M)
<b>Río Pachachaca</b> (antes de juntarse con el río Mariño)	PM1	724070.92	8487595.01	1725
<b>Río Mariño</b> (antes de juntarse con el río Pachachaca)	PM2	723981	8487603	1725
<b>Río Pachachaca</b> (después de juntarse con el río Mariño)	PM3	723877.02	8487543.98	1718

Para la recolección de las muestras de agua se establecieron tres puntos de muestreo, ubicadas en zonas puntuales. El primer punto (PM1) se realizó en el río Pachachaca antes de juntarse con el río Mariño, el segundo punto (PM2) fue en el río Mariño antes de juntarse con el río Pachachaca y el tercer punto (PM3) en el río Pachachaca después de juntarse con el río Mariño.

**Accesibilidad:** El acceso establecido para la toma de muestras es por la carretera Abancay - Lima hasta el KM 15, luego se desvía por la trocha carroable al puente colonial de Pachachaca 1Km aproximadamente; a partir de ahí se sigue a pie para ubicar los puntos de muestreo.

**Representatividad:** Se eligió un punto en donde el río esté lo más regular, accesible y uniforme en profundidad. Como mínimo, debe ubicarse dos puntos de muestreo, aguas arriba y otra agua abajo en el cuerpo de agua receptor (tomando como referencia la descarga de un efluente líquido).

#### **8.4.1.2. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE MUESTRAS**

El número fue de 3 muestras integradas distribuidas espacialmente, recomendada en el protocolo de monitoreo de los recursos hídricos (ANA – MINAGRI, 2011).

#### **8.4.1.3. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS A CONSIDERAR EN EL ESTUDIO**

Los parámetros para el monitoreo de la calidad de los ríos Mariño y Pachachaca, se determinaron considerando los siguientes factores (ANA – MINAGRI, 2011):

- Tipo de actividad en el área de influencia del curso del río.
- Crecimiento poblacional.
- Identificación de las fuentes de contaminación.
- Característica de los cuerpos naturales de agua superficial y efluentes.
- Recomendación de especialistas.

#### **8.4.1.4. FRECUENCIA DE MONITOREO**

La frecuencia de monitoreo se estableció de acuerdo a la estacionalidad realizando el muestreo en época de avenida y época de estiaje, pudiendo ampliar la frecuencia de acuerdo a los impactos negativos que se generan en los recursos hídricos y población; así como la disponibilidad de recursos económicos necesarios para la ejecución del monitoreo y análisis de laboratorio. Para el estudio se tomaron muestras integradas en los meses de febrero, junio y setiembre (ANA – MINAGRI, 2011).

#### **8.4.1.5. DESARROLLO DE MONITOREO**

Se realizó la toma de muestras, lo cual representa la composición del cuerpo natural de agua superficial original para el lugar, tiempo y circunstancia.

El objetivo del muestreo es tomar una muestra representativa del cuerpo de agua, con un volumen apropiado, para analizar los parámetros establecidos en el monitoreo (ANA – MINAGRI, 2011).

##### **1) Ejecución de muestreo**

Se realizó las siguientes acciones:

##### **a) Reconocimiento del entorno y ubicación del punto de monitoreo**

Se observó si hubo presencia de residuos, vegetación acuática, actividades humanas, presencia de animales y otros factores que modifiquen las características naturales del ambiente y se tomó lectura de las coordenadas de ubicación del punto de monitoreo.

##### **b) Acondicionamiento**

Los frascos utilizados en el muestreo se prepararon de acuerdo a la lista de parámetros a evaluar, se recolectaron, preservaron y rotularon teniendo en cuenta cada una de los parámetros considerados. En este caso se siguió las instrucciones generales de preservación, etiquetado, embalaje y transporte de las muestras indicadas en el PROTOCOLO NACIONAL DE MONITOREO DE LA CALIDAD EN CUERPOS NATURALES DE AGUA SUPERFICIAL (ANA – MINAGRI, 2011).

##### **c) Toma de muestras de agua, preservación, etiquetado, rotulado y transporte**

- Se procedió con la colocación de la indumentaria antes del inicio de la toma de muestras de agua

- Se consideró un espacio alrededor de 1% aproximadamente de la capacidad del envase para permitir la expansión, adición del preservante y homogenización de la muestra, en caso de la muestra para el análisis de  $\text{DBO}_5$  se llenó totalmente evitando burbuja de aire.
- En todo momento se evitó tomar la muestra cogiendo el frasco por la boca.
- Se evitó las áreas de turbulencia excesiva, considerando las profundidades y acceso con pendiente pronunciada.
- La toma de muestra, se realizó en dirección opuesta al flujo del río.

**d) Llenado de la cadena de custodia**

Se llenó la cadena de custodia con información registrada en campo.

**e) Transporte de las muestras**

El envío de muestras perecibles al laboratorio para su análisis, deben cumplir con el tiempo establecido en las recomendaciones para la preservación y conservación del PROTOCOLO NACIONAL DE MONITOREO DE LA CALIDAD EN CUERPOS NATURALES DE AGUA SUPERFICIAL (ANA – MINAGRI, 2011).

## IX. PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE DATOS

### 9.1. DESCRIPCIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE MEDIDAS E INDICADORES

Los resultados de la calidad del agua del río Mariño y Pachachaca, del presente trabajo de investigación tiene como referencia el decreto supremo N° 002-2008 - MINAM y su modificatoria el decreto supremo N° 015-2015 - MINAM, donde se establecen los estándares nacionales de calidad ambiental para agua (categoría 1A - aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable) (categoría 1B - aguas superficiales destinadas para recreación) (categoría IV – conservación del ambiente acuático –sub categoría E-2 - Ríos) que fueron importantes para la determinación de los resultados.

#### 9.1.1. PRESENTACIÓN DE DATOS PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO 1

##### 9.1.1.1. TURBIEDAD

- **Categoría I:** Población y recreación, Sub categoría B1 (ECA)
- **Establece:** 100 UNT

Se tomaron tres muestras, en febrero, junio y setiembre en los puntos descritos dentro del área de estudio y los resultados son:

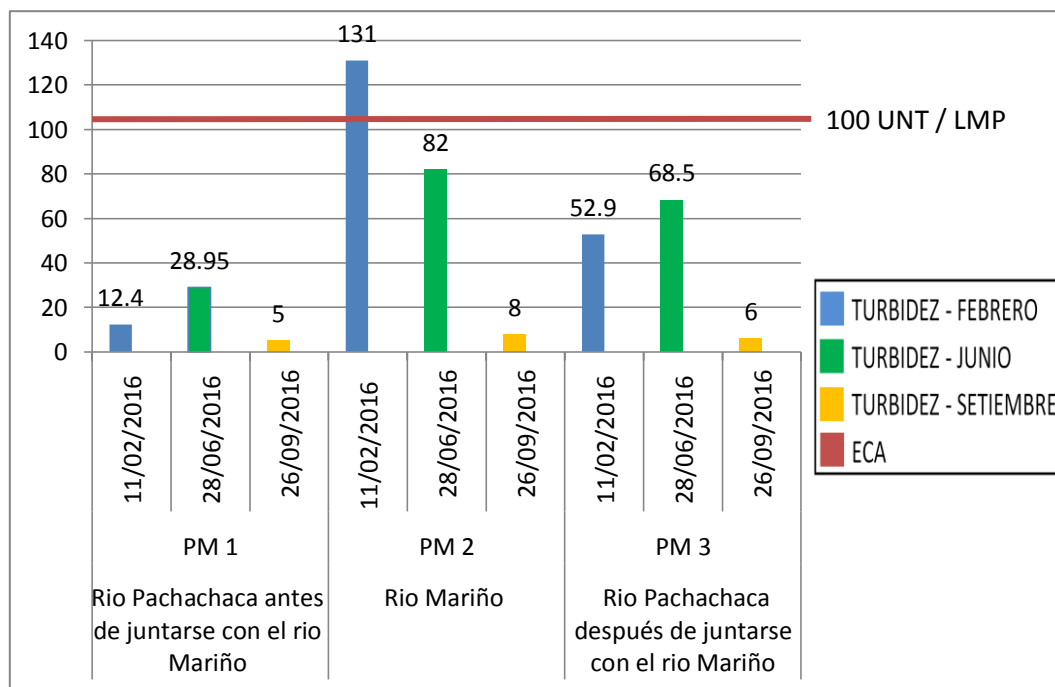
**Tabla 4.** Resultados de turbiedad

REFERENCIA	CÓDIGO	FECHA DE MUESTREO	TURBIDEZ - UNT	ECA (UNT)
<b>Río Pachachaca</b> (antes de juntarse con el río Mariño)	PM 1	11/02/2016	12.4	100
		28/06/2016	28.95	100
		26/09/2016	5	100
<b>Río Mariño</b> (antes de juntarse con el río Pachachaca)	PM 2	11/02/2016	131	100
		28/06/2016	82	100
		26/09/2016	8	100
<b>Río Pachachaca</b> (después de juntarse con el río Mariño)	PM 3	11/02/2016	52.9	100
		28/06/2016	68.5	100
		26/09/2016	6	100

**Nota:** UNT = Unidad nefelométrica de turbidez

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 2.** Comportamiento de la turbiedad (UNT)



**Fuente:** Elaboración propia

En la Tabla N°4, se muestra que la turbiedad oscilo entre un mínimo de 5 UNT y un máximo de 131 UNT, según se observa en la figura N°2, la concentración en el mes de febrero en el punto de monitoreo PM 2 sobre pasa en 131 UNT, los demás puntos están dentro de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua (ECA) Categoría 1 (Población y recreación, Sub categoría 1-B Aguas superficiales destinadas para recreación).

En la figura N°2 se muestra el comportamiento de la variable turbiedad en función del mes mostrándose que en el mes de febrero y junio se presentó contenidos altos de turbiedad luego sigue el mes setiembre con contenido bajo de turbiedad. Esto se debe a un aumento de la escorrentía superficial producto de una mayor precipitación en el mes de febrero disminuyendo en los meses de junio y setiembre.

En función al sitio se muestra que la variable turbiedad presenta variaciones significativas en el punto PM 3 con respecto al punto PM 1 los meses de febrero y junio, Esto indica que hay influencia del río Mariño en el río Pachachaca

#### 9.1.1.2. SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES

- **Categoría 4:** Conservación del Ambiente acuático
- **Establece:** 500 mg/L Según DS. 002-2008

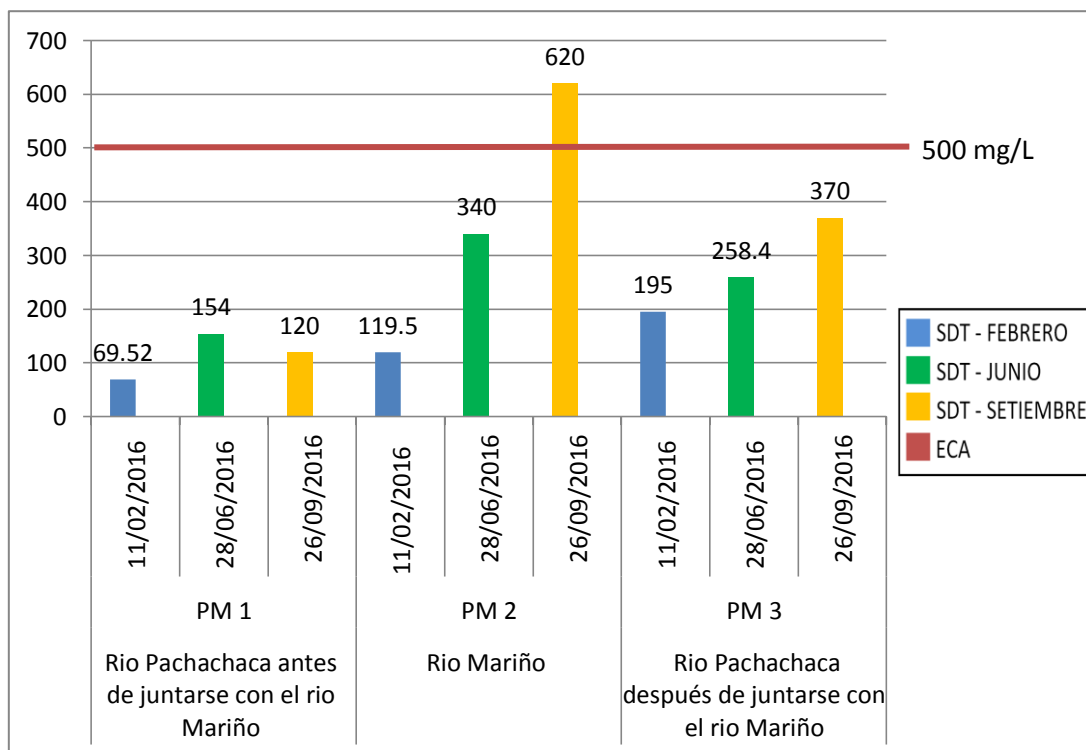
Se tomaron tres muestras, en febrero, junio y setiembre en los puntos descritos dentro del área de estudio y los resultados son:

**Tabla 5.** Resultados de Sólidos disueltos totales

REFERENCIA	CÓDIGO	FECHA DE MUESTREO	SDT (mg/L)	ECA (mg/L)
<b>Río Pachachaca</b> (antes de juntarse con el río Mariño)	PM 1	11/02/2016	69.52	500
		28/06/2016	154	500
		26/09/2016	120	500
<b>Río Mariño</b> (antes de juntarse con el río Pachachaca)	PM 2	11/02/2016	119.5	500
		28/06/2016	340	500
		26/09/2016	620	500
<b>Río Pachachaca</b> (después de juntarse con el río Mariño)	PM 3	11/02/2016	195	500
		28/06/2016	258.4	500
		26/09/2016	370	500

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 3.** Resultados de los Sólidos Disueltos Totales (mg/L)



**Fuente:** Elaboración propia

En la Tabla N°5, se muestra que los sólidos disueltos totales oscilo entre un mínimo de 69.52 (mg/l) y un máximo de 620 (mg/l), según se observa en la figura N°5, la concentración en el mes de Setiembre en el punto de monitoreo PM 2 sobre pasa en 620 mg/L, en todos los demás puntos están dentro de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua (ECA) Categoría IV (Conservación del ambiente acuático).

En la figura N°3 se muestra el comportamiento de la variable en función del mes mostrándose que en el mes de junio y setiembre se presentó contenidos altos de sólidos totales disueltos y un contenido menor en el mes de febrero. Esto se debe a que en el aumento de la escorrentía por las precipitaciones los sólidos totales disueltos están más dispersos que en los meses de estiaje.



En función al sitio se muestra que la variable presenta variaciones significativas en el punto PM 3 con respecto al punto PM 1 en los meses de febrero, junio y setiembre, Esto indica que hay influencia del río Mariño en el río Pachachaca.

### 9.1.1.3. SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES

- **Categoría 4:** Conservación del ambiente acuático (ECA)
- **Establece:**  $\leq 100$  mg/L

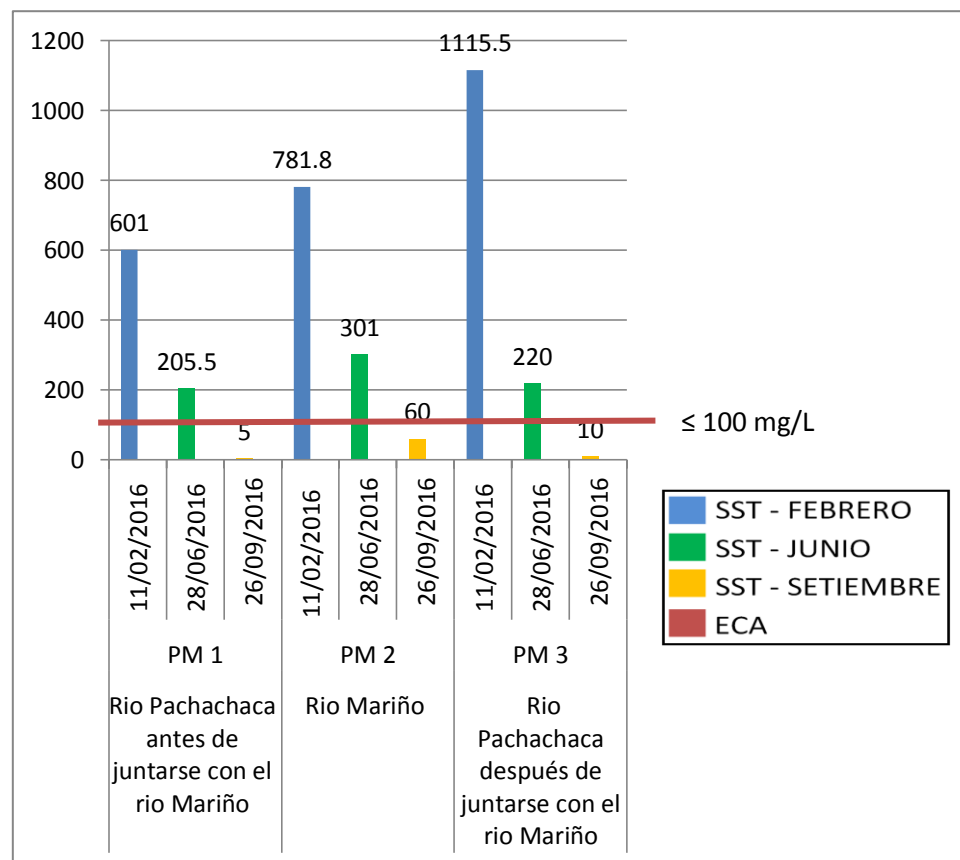
Se tomaron tres muestras, en febrero, junio y setiembre en los puntos descritos dentro del área de estudio y los resultados son:

**Tabla 6.** Resultados de Sólidos Suspendidos Totales

REFERENCIA	CÓDIGO	FECHA DE MUESTREO	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES(mg/L)	ECA (mg/L)
<b>Río Pachachaca</b> (antes de juntarse con el río Mariño)	PM 1	11/02/2016	601	$\leq 100$
		28/06/2016	205.5	$\leq 100$
		26/09/2016	5	$\leq 100$
<b>Río Mariño</b> (antes de juntarse con el río Pachachaca)	PM 2	11/02/2016	781.8	$\leq 100$
		28/06/2016	301	$\leq 100$
		26/09/2016	60	$\leq 100$
<b>Río Pachachaca</b> (después de juntarse con el río Mariño)	PM 3	11/02/2016	1115.5	$\leq 100$
		28/06/2016	220	$\leq 100$
		26/09/2016	10	$\leq 100$

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.** Comportamiento de Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)



**Fuente:** Elaboración propia

En la Tabla N°6, se muestra que los sólidos suspendidos totales oscilo entre un mínimo de 5 (mg/l) y un máximo de 1115.5 (mg/l), según se observa en la figura N°4, la concentración en el mes de Febrero y Junio en los tres puntos de monitoreo están por encima de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua (ECA) y en el mes de Setiembre en los tres puntos de monitoreo están dentro de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua (ECA) Categoría IV (Conservación del ambiente acuático, Sub Categoría E2: Ríos).

En la figura N°4, se muestra el comportamiento de la variable en función del mes mostrándose que en el mes de febrero y junio se presentó

contenidos altos de sólidos suspendidos totales y un contenido menor en el mes de febrero. Esto se debe a que en el aumento de la escorrentía por las precipitaciones hay bastante arrastre de materia.

En función al sitio se muestra que la variable presenta variaciones significativas en el punto PM 3 con respecto al punto PM 1 en el mes de febrero, y en los meses de junio y setiembre no hay variable.

#### 9.1.1.4. POTENCIAL DE HIDRÓGENO

- **Categoría 4:** Conservación del ambiente acuático (ECA)
- **Establece:** 6,5 – 9 unidad

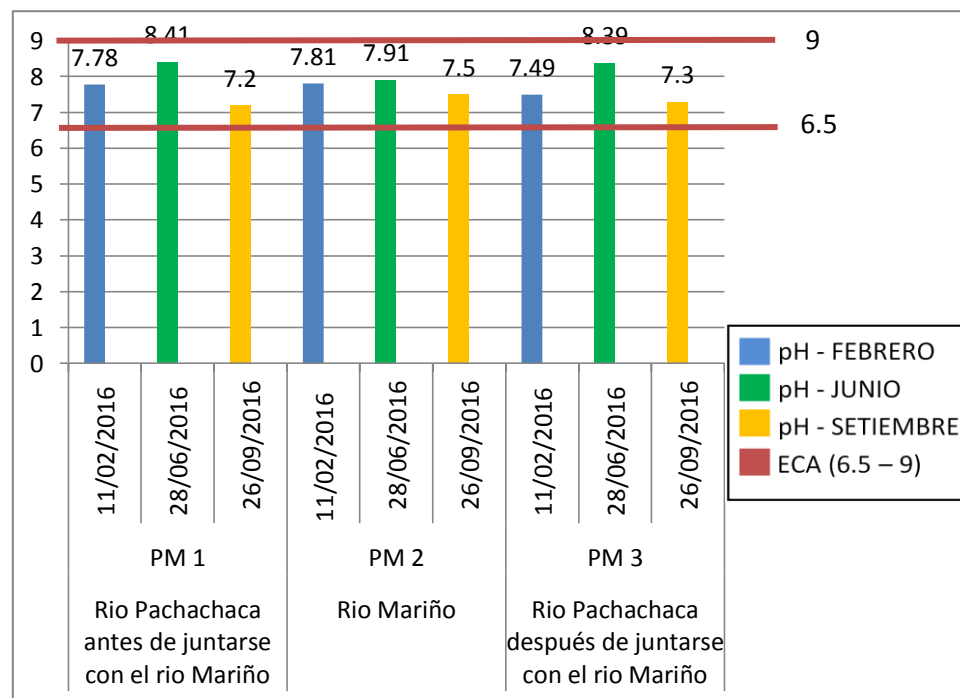
Se tomaron tres muestras en febrero, junio y setiembre en los puntos descritos dentro del área de estudio y los resultados son:

**Tabla 7.** Resultados de pH

REFERENCIA	CÓDIGO	FECHA DE MUESTREO	POTENCIAL DE HIDROGENO	ECA
<b>Río Pachachaca</b> (antes de juntarse con el río Mariño)	PM 1	11/02/2016	7.78	6.5 - 9
		28/06/2016	8.41	6.5 - 9
		26/09/2016	7.2	6.5 - 9
<b>Río Mariño</b> (antes de juntarse con el río Pachachaca)	PM 2	11/02/2016	7.81	6.5 - 9
		28/06/2016	7.91	6.5 - 9
		26/09/2016	7.5	6.5 - 9
<b>Río Pachachaca</b> (después de juntarse con el río Mariño)	PM 3	11/02/2016	7.49	6.5 - 9
		28/06/2016	8.39	6.5 - 9
		26/09/2016	7.3	6.5 - 9

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 5.** Comportamiento de pH



**Fuente:** Elaboración propia

En la Tabla N° 7, se muestra que la concentración de pH oscilo entre 7.2 a 8.41, según se observa en la figura N° 5, la concentración en todos los puntos está dentro de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua (ECA) Categoría IV (Conservación del ambiente acuático, Sub Categoría E2: Ríos).

En la figura N°5, se muestra el comportamiento de la variable en función del mes mostrándose que en el mes de febrero, junio y setiembre no hay variación significativa.

En función al sitio se muestra que la variable no presenta variaciones significativas en el punto PM 3 con respecto al punto PM 1.

#### 9.1.1.5. CONDUCTIVIDAD

- **Categoría 4:** Conservación del ambiente acuático (ECA)
- **Establece:** 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$

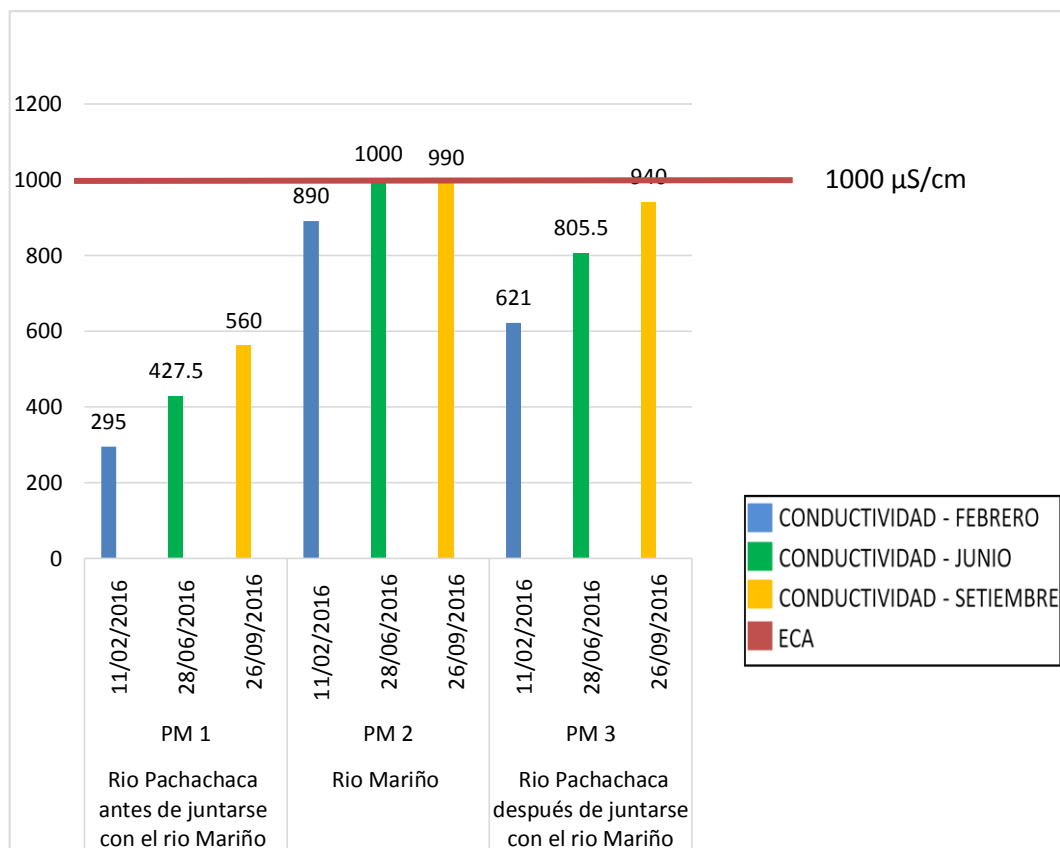
Se tomaron tres muestras, en febrero, junio y setiembre en los puntos descritos dentro del área de estudio y los resultados son:

**Tabla 8.** Resultado de conductividad

REFERENCIA	CÓDIGO	FECHA DE MUESTREO	Conductividad eléctrica	ECA ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )
<b>Río Pachachaca</b> (antes de juntarse con el río Mariño)	PM 1	11/02/2016	295	1000
		28/06/2016	427.5	1000
		26/09/2016	560	1000
<b>Río Mariño</b> (antes de juntarse con el río Pachachaca)	PM 2	11/02/2016	890	1000
		28/06/2016	1000	1000
		26/09/2016	990	1000
<b>Río Pachachaca</b> (después de juntarse con el río Mariño)	PM 3	11/02/2016	621	1000
		28/06/2016	805.5	1000
		26/09/2016	940	1000

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 6.** Comportamiento de conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )



**Fuente:** Elaboración propia

En la Tabla N°8, se muestra que la conductividad oscilo entre un mínimo de 295 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y un máximo de 1000 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), según se observa en la figura N°6, la concentración en todos los puntos de monitoreo están dentro de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua (ECA) Categoría IV (Conservación del ambiente acuático).

En la figura N°6, se muestra el comportamiento de la variable en función del mes mostrándose que en el mes de junio y setiembre se presentó contenidos altos de conductividad y un contenido menor en el mes de febrero. Esto se debe a que en el mes de febrero en el aumento de la escorrentía por las precipitaciones los sólidos totales disueltos están más dispersos que en los meses de estiaje y por ende hay menos conductividad en el mes de febrero.

En función al sitio se muestra que la variable presenta variaciones significativas en el punto PM 3 con respecto al punto PM 1 en los meses de febrero, junio y setiembre, Esto indica que hay influencia del río Mariño en el río Pachachaca.

## 9.1.2. PRESENTACIÓN DE DATOS PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO 2

### 9.1.2.1. ACEITES Y GRASAS

- **Categoría 4:** Conservación del ambiente acuático (ECA)
- **Establece:** 5.0 (mg/L)

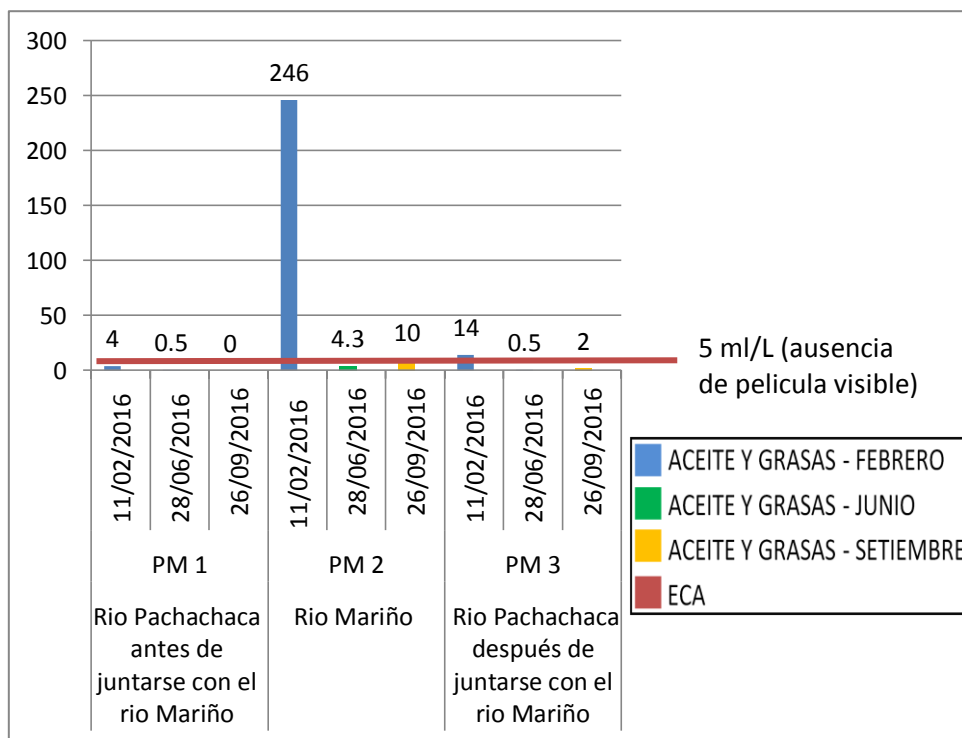
Se tomaron tres muestras, en febrero, junio y setiembre en los puntos descritos dentro del área de estudio y los resultados son:

**Tabla 9.** Resultados de Aceites y Grasas

REFERENCIA	CÓDIGO	FECHA DE MUESTREO	ACEITES Y GRASAS	ECA (mg/L) Ausencia de película visible
<b>Río Pachachaca</b> (antes de juntarse con el río Mariño)	PM 1	11/02/2016	4	5
		28/06/2016	0.5	5
		26/09/2016	0	5
<b>Río Mariño</b> (antes de juntarse con el río Pachachaca)	PM 2	11/02/2016	246	5
		28/06/2016	4.3	5
		26/09/2016	10	5
<b>Río Pachachaca</b> (después de juntarse con el río Mariño)	PM 3	11/02/2016	14	5
		28/06/2016	0.5	5
		26/09/2016	2	5

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 7.** Comportamiento de Aceites y Grasas (mg/L)



**Fuente:** Elaboración propia

En la Tabla N°9, se muestra que aceites y grasas oscilo entre un mínimo de 0 (mg/l) y un máximo de 246 (mg/l), según se observa en la figura N°7, la concentración en el mes de febrero y setiembre en el PM 2 y en el mes de Febrero en el PM 3 están fuera de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua (ECA).

En la figura N°7 se muestra el comportamiento de la variable en función del mes mostrándose que en el mes de febrero se presentó contenidos altos de aceites y grasas y un contenido menor en el mes de junio y setiembre.

En función al sitio se muestra que la variable presenta variaciones significativas en el punto PM 3 con respecto al punto PM 1 en el mes de febrero y setiembre, esto significa que el río Mariño influye en el río Pachachaca.



### 9.1.2.2. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO<sub>5</sub>)

- **Categoría 4:** Conservación del ambiente acuático
- **Establece:** <10 (mg/L)

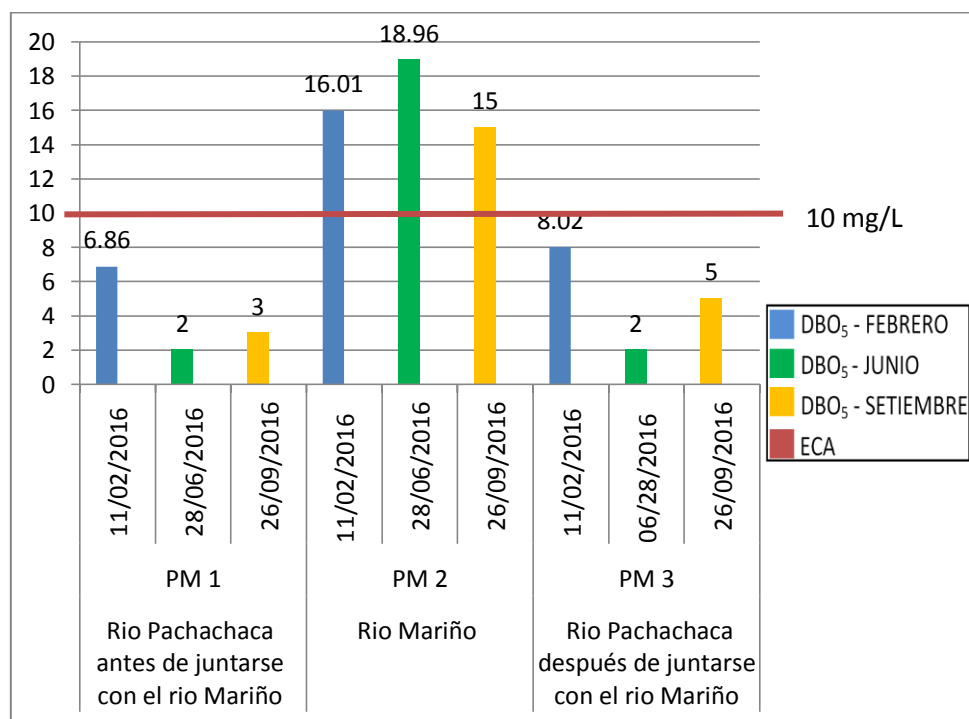
Se tomaron tres muestras, en febrero, junio y setiembre en los puntos descritos dentro del área de estudio y los resultados son:

**Tabla 10.** Resultados de DBO<sub>5</sub>

REFERENCIA	CÓDIGO	FECHA DE MUESTREO	DBO <sub>5</sub>	ECA (mg/L)
<b>Río Pachachaca (antes de juntarse con el río Mariño)</b>	PM 1	11/02/2016	6.86	10
		28/06/2016	2	10
		26/09/2016	3	10
<b>Río Mariño (antes de juntarse con el río Pachachaca)</b>	PM 2	11/02/2016	16.01	10
		28/06/2016	18.96	10
		26/09/2016	15	10
<b>Río Pachachaca (después de juntarse con el río Mariño)</b>	PM 3	11/02/2016	8.02	10
		06/28/2016	2	10
		26/09/2016	5	10

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 8.** Comportamiento de DBO<sub>5</sub> (mg/L)



**Fuente:** Elaboración propia

En la Tabla N°10, se muestra que la Concentración de DBO<sub>5</sub> oscilo entre un mínimo de 2 (mg/l) y un máximo de 18.96 (mg/l), según se observa en la figura N°8, la concentración en los tres meses del punto de monitoreo PM 2 sobre pasan los estándares de calidad, en todos los demás puntos están dentro de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua (ECA) Categoría IV (Conservación del ambiente acuático).

En la figura N°8, se muestra el comportamiento de la variable en función del mes mostrándose que en los tres meses no hay muchas variaciones esto quiere decir que no hubo influencia por el aumento o disminución del caudal debido a las precipitaciones.

En función al sitio se muestra que la variable no presenta variaciones significativas en el punto PM 3 con respecto al punto PM 1 en los meses de febrero, junio y setiembre, Esto indica que no hay mucha influencia del río Mariño en el río Pachachaca.

### 9.1.2.3. DEMANDA QUIMICA DE OXÍGENO

- **Categoría I:** Población y recreación, Sub categoría B1 (ECA)
- **Establece:** 100 UNT

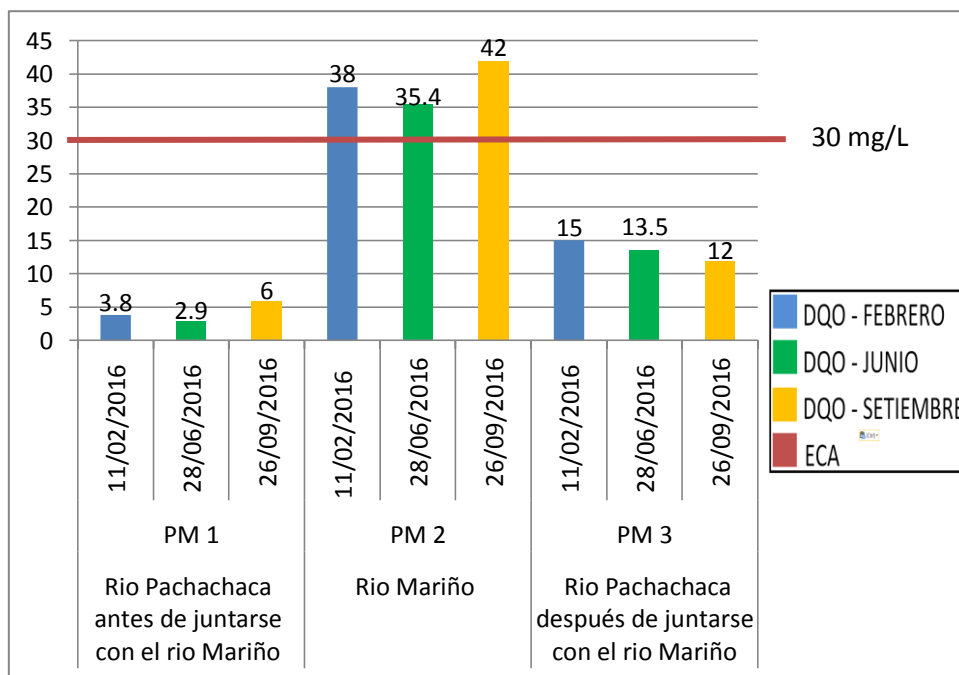
Se tomaron tres muestras, en febrero, junio y setiembre en los puntos descritos dentro del área de estudio y los resultados son:

**Tabla 11.** Resultados de DQO

REFERENCIA	CÓDIGO	FECHA DE MUESTREO	DQO	ECA (mg/L)
<b>Río Pachachaca</b> (antes de juntarse con el río Mariño)	PM 1	11/02/2016	3.8	30
		28/06/2016	2.9	30
		26/09/2016	6	30
<b>Río Mariño</b> (antes de juntarse con el río Pachachaca)	PM 2	11/02/2016	38	30
		28/06/2016	35.4	30
		26/09/2016	42	30
<b>Río Pachachaca</b> (después de juntarse con el río Mariño)	PM 3	11/02/2016	15	30
		28/06/2016	13.5	30
		26/09/2016	12	30

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 9.** Comportamiento de DQO (mg/L)



**Fuente:** Elaboración propia

En la Tabla N°11, se muestra que la Concentración de DQO oscila entre un mínimo de 2.9 (mg/l) y un máximo de 42 (mg/l), según se observa en la figura N°9, la concentración en los tres meses del punto de monitoreo PM 2 sobre pasan los estándares de calidad, en todos los demás puntos están dentro de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua (ECA) Categoría I (Población y recreación).

En la figura N°9, se muestra el comportamiento de la variable en función del mes mostrándose que en los tres meses no hay muchas variaciones esto quiere decir que no hubo influencia por el aumento o disminución del caudal debido a las precipitaciones.

En función al sitio se muestra que la variable presenta variaciones significativas en el punto PM 3 con respecto al punto PM 1 en los meses de febrero, junio y setiembre, Esto indica que hay influencia del río Mariño en el río Pachachaca.

#### 9.1.2.4. OXÍGENO DISUELTO

- **Categoría 4:** Conservación del medio ambiente
- **Establece:**  $\geq 5$  mg/L

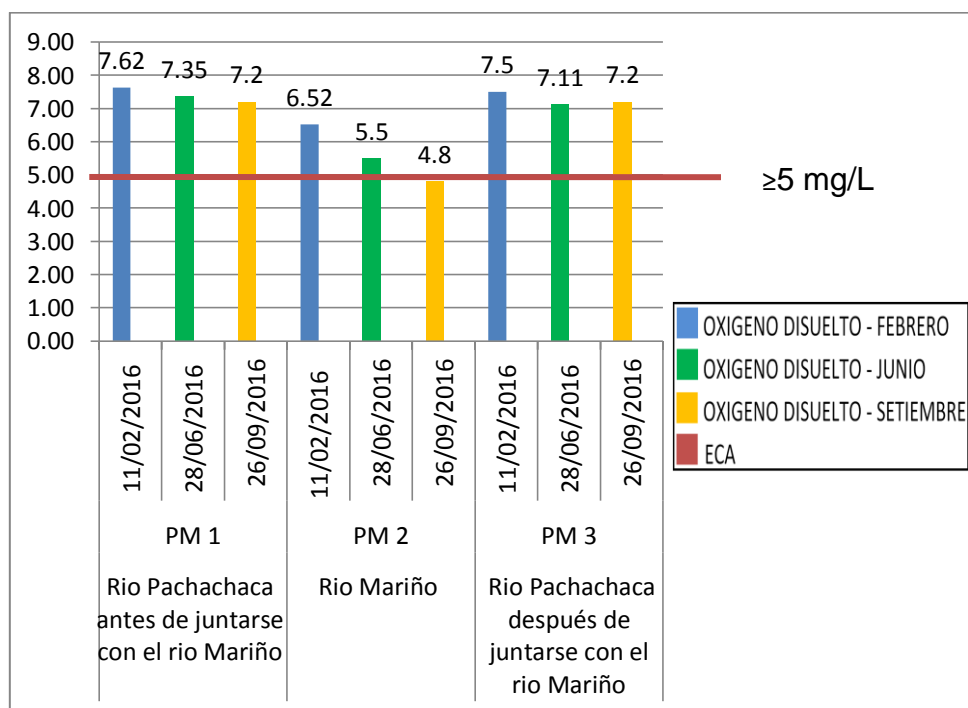
Se tomaron tres muestras en febrero, junio y setiembre en los puntos descritos dentro del área de estudio y los resultados son:

**Tabla 12.** Resultados de Oxígeno Disuelto

REFERENCIA	CÓDIGO	FECHA DE MUESTREO	OXIGENO DISUELTO	ECA (mg/L)
<b>Río Pachachaca</b> (antes de juntarse con el río Mariño)	PM 1	11/02/2016	7.62	$\geq 5$
		28/06/2016	7.35	$\geq 5$
		26/09/2016	7.2	$\geq 5$
<b>Río Mariño</b> (antes de juntarse con el río Pachachaca)	PM 2	11/02/2016	6.52	$\geq 5$
		28/06/2016	5.5	$\geq 5$
		26/09/2016	4.8	$\geq 5$
<b>Río Pachachaca</b> (después de juntarse con el río Mariño)	PM 3	11/02/2016	7.5	$\geq 5$
		28/06/2016	7.11	$\geq 5$
		26/09/2016	7.2	$\geq 5$

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 10.** Comportamiento de Oxígeno Disuelto (mg/L)



**Fuente:** Elaboración propia

En la Tabla 12, se muestra que el oxígeno disuelto oscilo entre un mínimo de 4.8 (mg/l) y un máximo de 7.62 (mg/l), según se observa en la figura N°10, la concentración en el mes de Setiembre en el puntos de monitoreo PM2 están fuera de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua (ECA) los demás puntos de monitoreo están dentro de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua (ECA) Categoría IV (Conservación del Ambiente Acuático, Sub categoría E2: Ríos).

En la figura N°10, se muestra el comportamiento de la variable en función del mes mostrándose que en los tres meses no hay muchas variaciones esto quiere decir que no hubo influencia por el aumento o disminución del caudal debido a las precipitaciones.

En función al sitio se muestra que la variable no presenta variaciones significativas en el punto PM 3 con respecto al punto PM 1 en los meses de febrero, junio y setiembre, Esto indica que no hay mucha influencia del río Mariño en el río Pachachaca.

### **9.1.3. PRESENTACIÓN DE DATOS PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO 3**

#### **9.1.3.1. COLIFORMES TERMOTOLERANTES**

- **Categoría 4:** Conservación del Medio Ambiente (ECA)
- **Establece:** 2000(NMP/100mL)

Se tomaron tres muestras en febrero, junio y setiembre en los puntos descritos dentro del área de estudio y los resultados son:

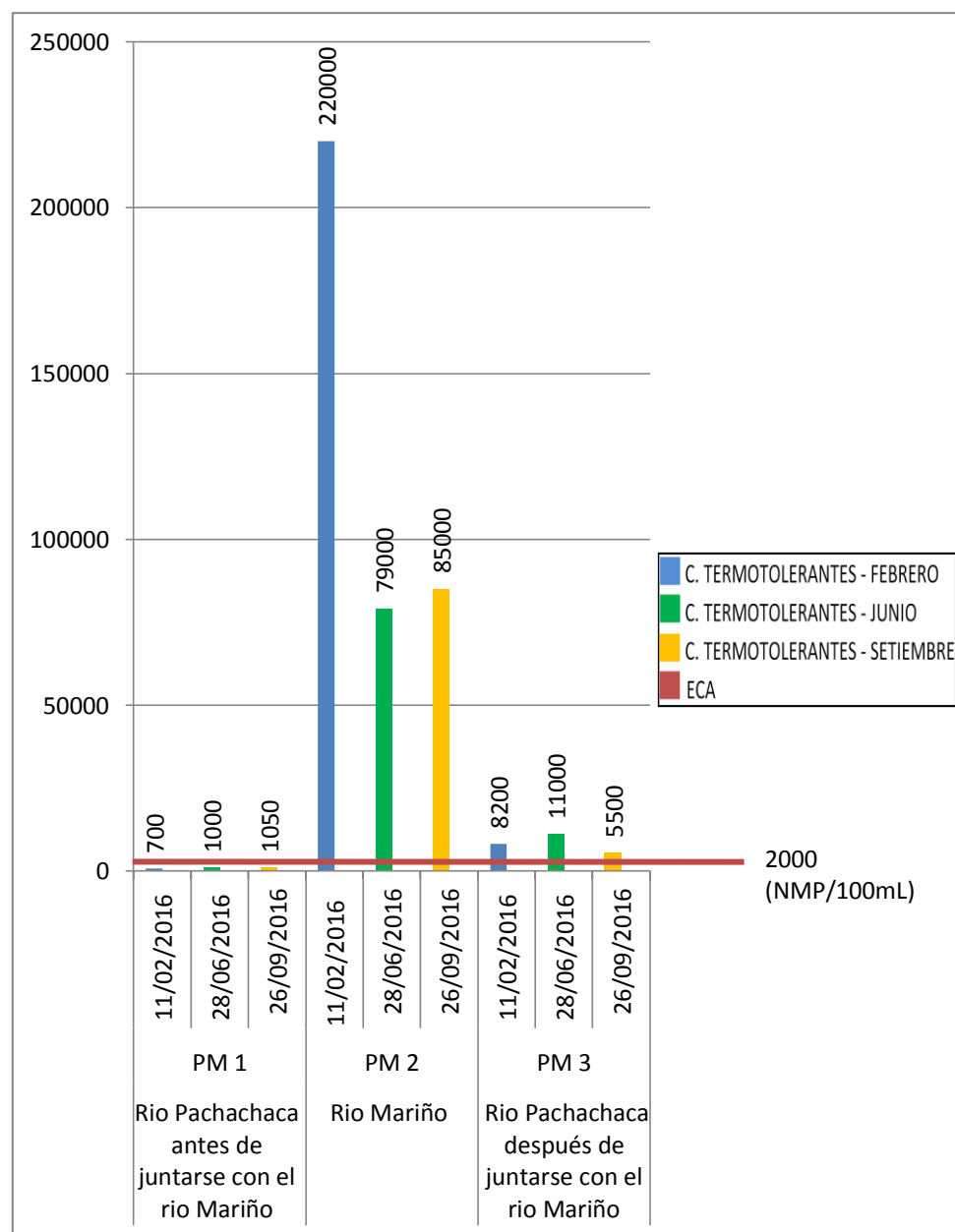
**Tabla 13.** Resultados de Coliformes Termotolerantes

REFERENCIA	CÓDIGO	FECHA DE MUESTREO	COLIFORMES TERMOTOLERANTES	ECA (NMP/100mL)
<b>Río Pachachaca</b> (antes de juntarse con el río Mariño)	PM 1	11/02/2016	700	2000
		28/06/2016	1000	2000
		26/09/2016	1050	2000
<b>Río Mariño</b> (antes de juntarse con el río Pachachaca)	PM 2	11/02/2016	220000	2000
		28/06/2016	79000	2000
		26/09/2016	85000	2000
<b>Río Pachachaca</b> (después de juntarse con el río Mariño)	PM 3	11/02/2016	8200	2000
		28/06/2016	11000	2000
		26/09/2016	5500	2000

**Nota:** NMP/100mL: Número más probable por 100 ml

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 11.** Comportamiento de Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)



**Fuente:** Elaboración propia

En la Tabla N° 13, se muestra que la concentración de coliformes termotolerantes oscila entre 700 a 220000 según se observa en la figura N°11, la concentración en los tres meses del punto de monitoreo PM 2 y PM 3 sobre pasan los estándares de calidad, en todos los demás puntos están dentro de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el

Agua (ECA) Categoría IV (Conservación del Ambiente Acuático, Sub Categoría E2: Ríos).

En la figura N°11 se muestra el comportamiento de la variable en función del mes mostrándose que en los tres meses no hay muchas variaciones esto quiere decir que no hubo influencia por el aumento o disminución del caudal debido a las precipitaciones.

En función al sitio se muestra que la variable presenta variaciones significativas en el punto PM 3 con respecto al punto PM 1 en los meses de febrero, junio y setiembre, Esto indica que hay influencia del río Mariño en el río Pachachaca.

#### 9.1.3.2. COLIFORMES TOTALES

- **Categoría 4:** Conservación del medio ambiente (ECA)
- **Establece:** 3000(NMP/100mL)

Se tomaron tres muestras en febrero, junio y setiembre en los puntos descritos dentro del área de estudio y los resultados son:

**Tabla 14.** Resultados de Coliformes Totales

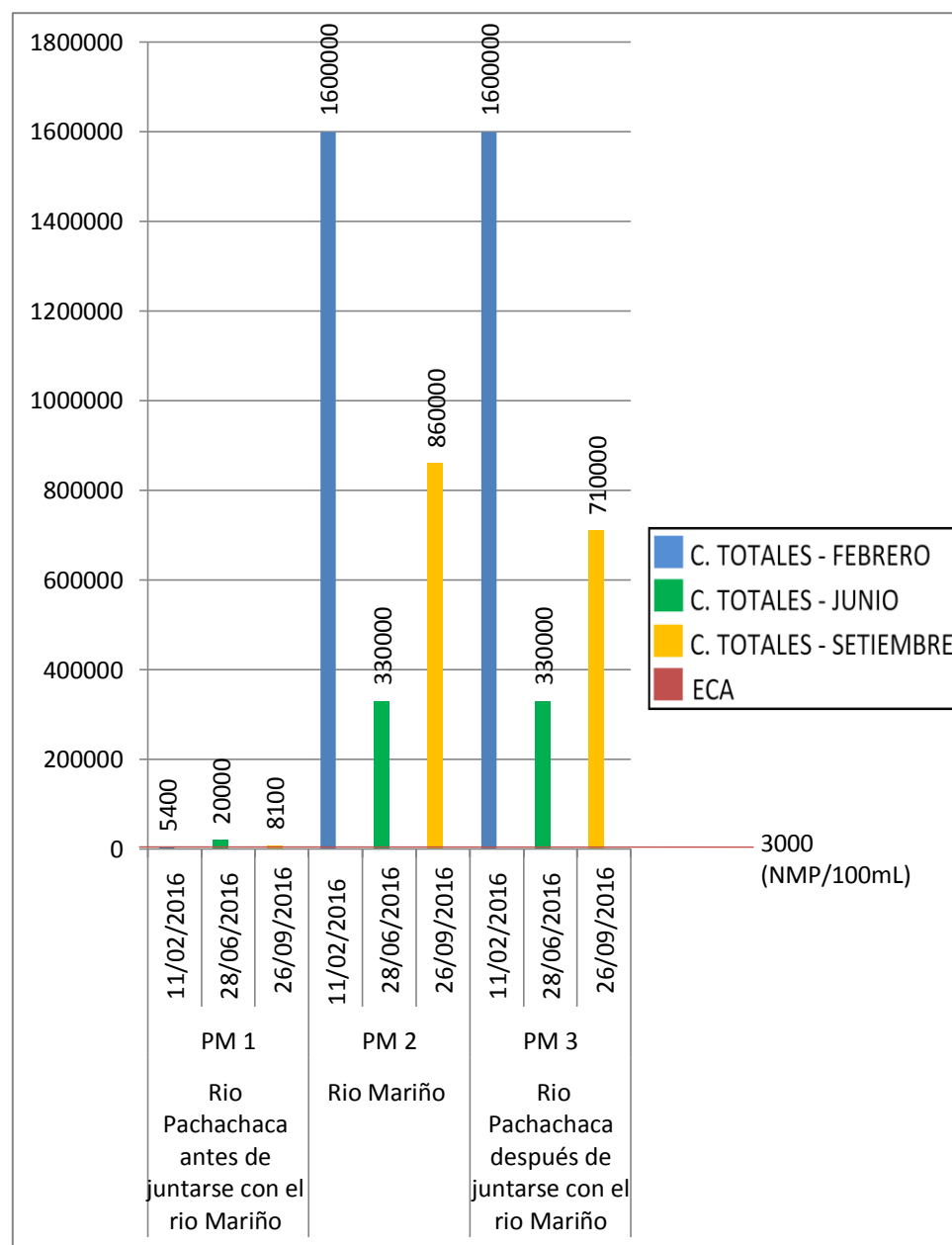
REFERENCIA	CÓDIGO	FECHA DE MUESTREO	COLIFORMES TOTALES	ECA (NMP/100mL)
<b>Río Pachachaca</b> (antes de juntarse con el río Mariño)	PM 1	11/02/2016	5400	3000
		28/06/2016	20000	3000
		26/09/2016	8100	3000
<b>Río Mariño</b> (antes de juntarse con el río Pachachaca)	PM 2	11/02/2016	1600000	3000
		28/06/2016	330000	3000
		26/09/2016	860000	3000
<b>Río Pachachaca</b> (después de juntarse con el río Mariño)	PM 3	11/02/2016	1600000	3000
		28/06/2016	330000	3000
		26/09/2016	710000	3000

**Nota:** NMP/100mL: Número más probable por 100 ml

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 12.** Comportamiento de Coliformes Totales (NMP/100mL)



**Fuente:** Elaboración propia

En la Tabla N° 14, se muestra que la concentración de Coliformes Totales oscilo entre 5400 a 1600000, según se observa en la figura N° 12, la concentración en todos los puntos está fuera de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua (ECA) Categoría IV (Conservación del Ambiente Acuático).

### 9.1.4. RESULTADOS FINALES DE LA INVESTIGACIÓN EN EL ÁREA DE ESTUDIO

c	ANÁLISIS	UNIDADES	ECA	RESULTADOS								
				Río Pachachaca (antes de juntarse con el río Mariño) PM1			Río Mariño (antes de juntarse con el río Pachachaca) PM2			Río Pachachaca (después de juntarse con el río Mariño) (PM3)		
FÍSICOS	Turbidez	UNT	100	12.4	28.95	40	131	82	8	52.9	68.5	48
	Sólidos totales disueltos	mg/L	500	69.52	154	120	119.5	340	620	195	258.4	370
	Sólidos suspendidos totales	mg/L	≤ 100	601	205.5	5	781.8	301	60	1115.5	220	10
	Potencial de Hidrogeno		6.5 - 9	7.78	8.41	7.2	7.81	7.91	7.5	7.49	8.39	7.3
	Conductividad	μS / cm	1000	295	427.5	560	890	1000	990	621	805.5	940
QUÍMICOS	Aceites y grasas	mg/L	5	0.85	0.5	0	246	4.3	10	8	2.8	4
	DBO5	mg/L	10	6.82	2	3	16.01	18.96	15	8.02	2	5
	DQO	mg/L	30	3.8	2.9	6	38	35.4	42	15	13.5	12
	Oxígeno disuelto	mg/L	≥ 5	7.62	7.35	7.2	6.52	5.5	4.8	7.5	7.11	7.2
MICROBIOLÓGICOS	Coliformes termotolerantes	(NMP/100 mL)	2000	700	1000	1050	220000	79000	85000	8200	11000	5500
	Coliformes totales	(NMP/100 mL)	3000	5400	20000	8100	1.6 x 10 <sup>6</sup>	330000	860000	1.6 x 10 <sup>6</sup>	330000	720000

**Nota:** Color rojo indica que exceden los ECAs

**Fuente:** Elaboración propia

## X. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

### 10.1. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

#### 10.1.1. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS PARA LOS PARÁMETROS FÍSICOS

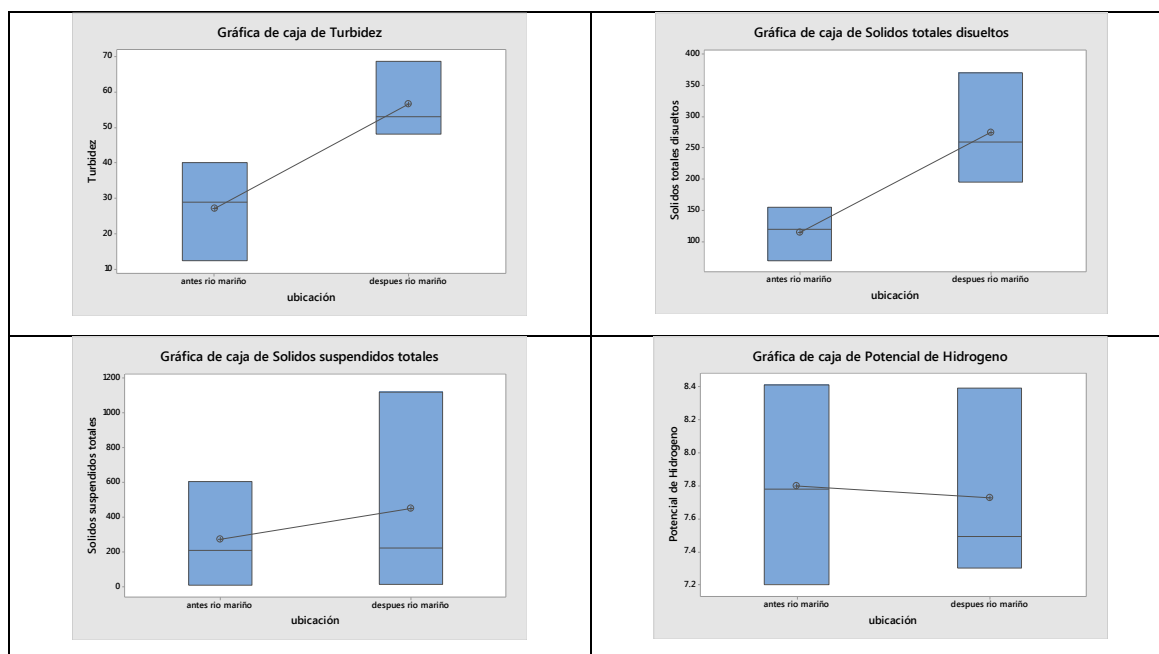
Ho: Las aguas del río Mariño no influye sobre la calidad de agua del río Pachachaca en los parámetros físicos - Abancay 2016.

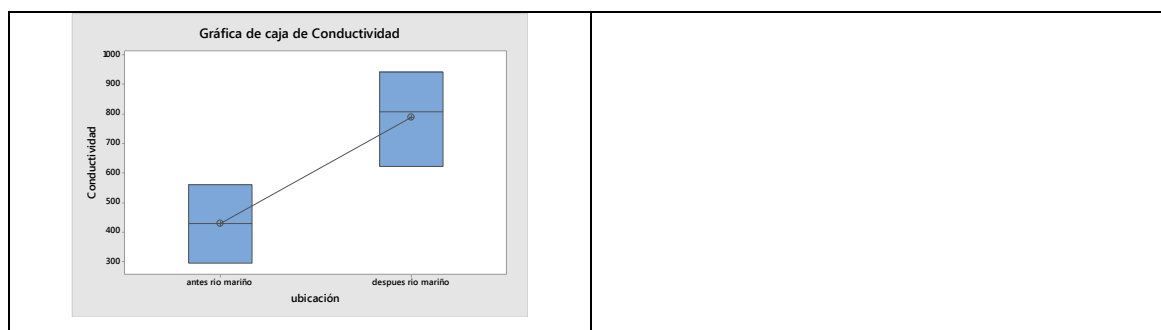
H1: Las aguas del río Mariño influye sobre la calidad de agua del río Pachachaca en los parámetros físicos - Abancay 2016.

**Tabla 15.** Contrastación de hipótesis para los parámetros físicos

Prueba de Two-Sample T-Test and CI para parámetros físicos		
Variables	resultados	
Turbidez	Prueba T de diferencia = 0 (vs. ≠): Valor T = -2.90 Valor p = 0.044 GL = 4	*
Sólidos totales disueltos	Prueba T de diferencia = 0 (vs. ≠): Valor T = -2.82 Valor p = 0.048 GL = 4	*
Sólidos suspendidos totales	Prueba T de diferencia = 0 (vs. ≠): Valor T = -0.47 Valor p = 0.665 GL = 4	ns
Potencial de Hidrogeno	Prueba T de diferencia = 0 (vs. ≠): Valor T = 0.14 Valor p = 0.892 GL = 4	ns
Conductividad	Prueba T de diferencia = 0 (vs. ≠): Valor T = -3.01 Valor p = 0.040 GL = 4	*

**Figura 13.** Diagrama de caja para parámetros físicos





De la tabla anterior los valores que corresponden a turbidez, sólidos disueltos totales y conductividad, son menores a los valores del nivel de significancia de 0.05., por lo tanto se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), por lo que podemos afirmar con un nivel de confianza del 95% que las aguas del río Mariño influyen sobre la calidad de agua del río Pachachaca en los parámetros físicos, Abancay 2016.

#### 10.1.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS PARA LOS PARAMETROS QUÍMICOS

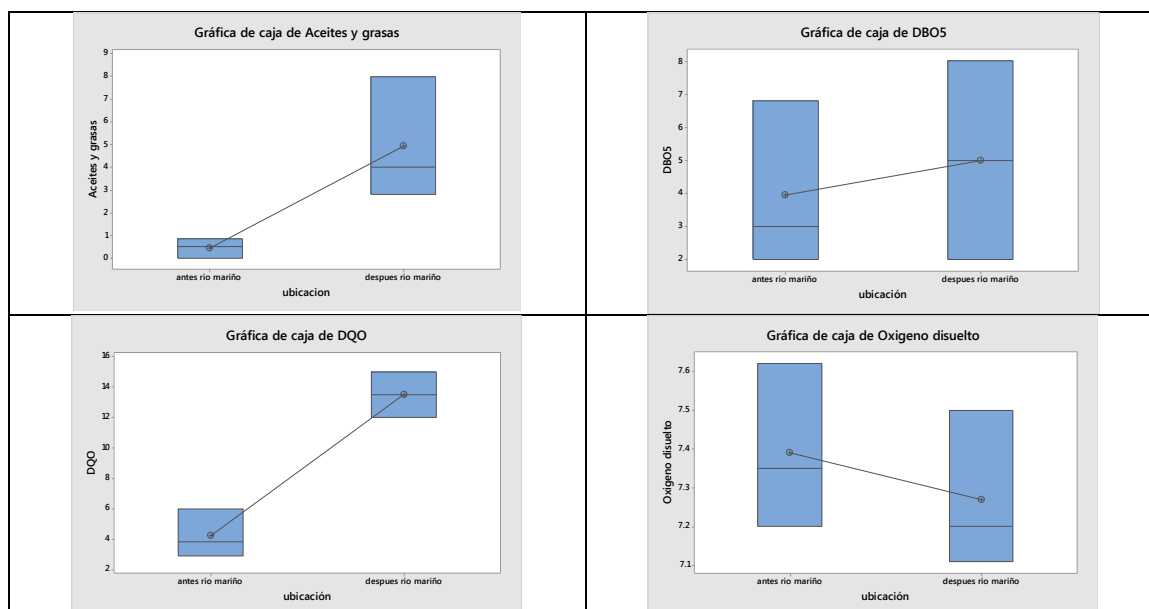
$H_0$ : Las aguas del río Mariño no influye sobre la calidad del agua del río Pachachaca en los parámetros químicos - Abancay 2016.

$H_1$ : Las aguas del río Mariño influye sobre la calidad del agua del río Pachachaca en los parámetros químicos - Abancay 2016.

**Tabla 16.** Contrastación de hipótesis para los parámetros químicos

Prueba de Two-Sample T-Test and CI para parámetros químicos		
variables	resultados	
Aceites y grasas	Prueba T de diferencia = 0 (vs. ≠): Valor T = -2.82 Valor p = 0.048 GL = 4	*
DBO5	Prueba T de diferencia = 0 (vs. ≠): Valor T = -0.47 Valor p = 0.664 GL = 4	ns
DQO	Prueba T de diferencia = 0 (vs. ≠): Valor T = -7.33 Valor p = 0.002 GL = 4	*
Oxígeno disuelto	Prueba T de diferencia = 0 (vs. ≠): Valor T = 0.70 Valor p = 0.520 GL = 4	ns

**Figura 14.** Diagrama de caja para parámetros químicos



De la tabla anterior los valores que corresponden a aceites y grasas y la DQO, son menores a los valores del nivel de significancia de 0.05., por lo tanto se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), por lo que podemos afirmar con un nivel de confianza del 95% que las aguas del río Mariño influyen sobre la calidad de agua del río Pachachaca en los parámetros químicos, Abancay 2016.

### 10.1.3. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS PARA LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

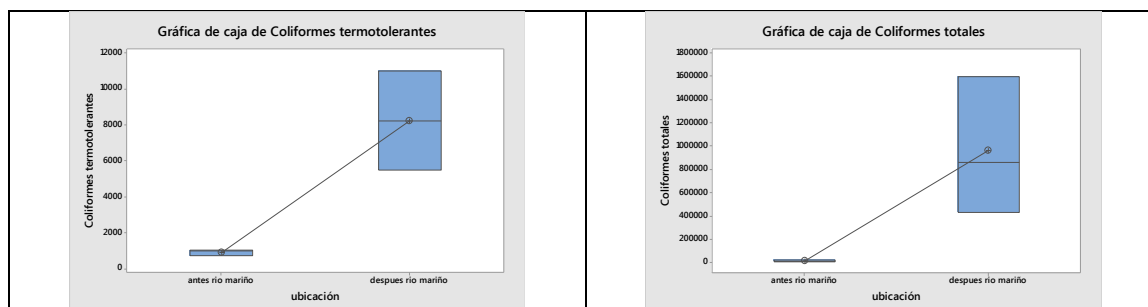
$H_0$ : El agua del río Mariño no influye significativamente sobre la calidad del agua del río Pachachaca, en los parámetros microbiológicos -Abancay 2016.

$H_1$ : El aguas del río Mariño influyen significativamente sobre la calidad de agua del río Pachachaca en los parámetros microbiológicos -Abancay 2016.

**Tabla 17.** Contrastación de hipótesis para los parámetros microbiológicos

Prueba de Two-Sample T-Test and CI para parámetros microbiológicos		
variables	resultados	
Coliformes termotolerantes,	Prueba T de diferencia = 0 (vs. ≠): Valor T = -4.61 Valor p = 0.010 GL = 4	*
Coliformes totales	Prueba T de diferencia = 0 (vs. ≠): Valor T = -2.79 Valor p = 0.049 GL = 4	*

**Figura 15.** Diagrama de caja para parámetros microbiológicos



De la tabla anterior, los valores que corresponden a coliformes termotolerantes y coliformes totales, son menores a los valores del nivel de significancia de 0.05., por lo tanto se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), por lo que podemos afirmar con un nivel de confianza del 95% que las aguas del río Mariño influyen sobre la calidad de agua del río Pachachaca en los parámetros microbiológicos, Abancay 2016.

## **10.2. FORMULACIÓN DE CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **10.2.1. CONCLUSIONES**

Respecto a los valores de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos obtenidos se concluye que el agua contaminada del río Mariño, influye en la calidad del agua del río Pachachaca, Abancay 2016.

- De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla N°15, los valores que corresponden a turbidez, sólidos disueltos totales y conductividad, son menores a los valores del nivel de significancia de 0.05, por lo que podemos afirmar con un nivel de confianza del 95% que las aguas del río Mariño influyen sobre la calidad de agua del río Pachachaca en los parámetros físicos., Abancay 2016.
- Igualmente de los resultados obtenidos en la tabla N°16, los valores que corresponden a aceites y grasas y la DQO, son menores a los valores del nivel de significancia de 0.05, por lo que se afirma, con un nivel de confianza del 95% que las aguas del río Mariño influyen sobre la calidad de agua del río Pachachaca en los parámetros químicos., Abancay 2016.
- Igualmente de los resultados obtenidos en la tabla N°17, los valores que corresponden a coliformes termotolerantes y coliformes totales, son menores a los valores del nivel de significancia de 0.05, por lo que se afirma, con un nivel de confianza del 95% que las aguas del río Mariño influyen sobre la calidad de agua del río Pachachaca en los parámetros microbiológicos., Abancay 2016.

### 10.2.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que en el plan de ordenamiento territorial den alcance a la zona de la franja ribereña para que las actividades informales tiendan a formalizarse y disminuya la contaminación del lecho de los ríos, del agua.
- Se recomienda que implementen programas y proyectos que integren de manera creativa los objetivos para el mejoramiento de la calidad del agua del río Mariño y río Pachachaca
- Se sugiere implementar la difusión de la propuesta de LINEAMIENTOS PARA UN PLAN AMBIENTAL CON ENFOQUE EN: LA EDUCACIÓN AMBIENTAL, REMEDIACIÓN y DESCONTAMINACIÓN DEL RÍO MARIÑO Y RÍO PACHACHACA.
  - ✓ Realizar el tratamiento de las aguas residuales municipales previa descarga al río y retirar tuberías de descarga de aguas en los domicilios y establecimientos que se encuentran en las riberas del río Mariño
  - ✓ Establecer un plan de monitoreo para que contribuya al control de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos.
  - ✓ Difundir a toda la población que vive en la ribera del río Mariño sobre el estado actual del río, de la calidad y las consecuencias en la salud que puede causar.
  - ✓ Realizar la vigilancia de la calidad y vigilancia del uso que se da en cultivos del valle del Pachachaca que podrían transmitir enfermedades indirectamente.



## **XI. BIBLIOGRAFÍA**

- ANA (Autoridad nacional del agua). 2011. Diagnóstico y Plan de Gestión de los Recursos Hídricos en la Cuenca de Madre de Dios-Fase I.
- ANA (Autoridad nacional del agua), MINAGRI (Ministerio de Agricultura). 2016. Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de los Recursos Hídricos Superficiales. Perú, Lima.
- ANA (Autoridad nacional del agua), MINAGRI (Ministerio de Agricultura). 2011. Protocolo Nacional de monitoreo de la calidad en cuerpos naturales de agua superficial. Perú, Lima.
- ANA (Autoridad nacional del agua). 2016. Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de recursos hídricos superficiales. Perú, Lima.
- APHA, AWWA, WPCF. 2000. Métodos Normalizados para el análisis de agua Potable y Residuales. 17 Ed. Diaz de Santos S.A., ISBN 84-7978-031-2. España, Madrid.
- Arellana J. y Guzmán J. 2011. Ingeniería Ambiental. 1ra ed. Alfaomega Grupo Editor, México. 184p. ISBN 978-607-707-233-1. México.
- Banus M. 2010. H<sub>2</sub>O Elixir de la vida. Elemental watson “la” revista. ISSN 1853-032X. Argentina, Buenos Aires.
- Clair N. Sawyer, Perry L., McCarty, Gene F. Parkin 2000. QUÍMICA para Ingeniería Ambiental
- DECRETO SUPREMO N° 002-2008-MINAM. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Perú, Lima.
- DECRETO SUPREMO N° 015-2015-MINAM. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Perú, Lima.
- DECRETO SUPREMO N° 008-2005-PCM. Reglamento de la ley N° 28245 – Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Perú, Lima.
- DIGESA-GESTA (Dirección General de Salud Ambiental - Grupo de Estudio Técnico Ambiental para Agua), 2011 Parámetros organolépticos Agua uso 4. Perú, lima.

- Torres L. 2016. Distribución Espacio-Temporal de la Contaminación del Agua del Río Chumbao Andahuaylas, Apurímac, Perú 2011 – 2012. Trujillo – Perú.
- DIGESA (Dirección Regional de Salud Ambiental).2007, Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos superficiales. Perú, lima.
- DIRESA (Dirección Regional de Salud Ambiental). 2014, Manual y Reglamento de la Calidad del agua para el Consumo Humano. Perú, lima.
- Fraume N.J, 2006. Diccionario Ambiental. 1ra ed. Eco Ediciones, Bogotá. 460p. ISBN 978-958-648-462-9. Colombia, Bogotá.
- Hernández R. Fernández C. Baptista P. 1991. Metodología de la investigación. 6ta ed. McGRAW-HILL INTERAMERICANO, México. 518p. ISBN 968-422-931-3. Mexico.
- INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil). 2007. Mapa de Peligros de la Ciudad de Abancay.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). 2007. Censos nacionales 2007 XI de población y VI de vivienda. Perú.
- IPROGA (Instituto de Producción Para la Gestión del Agua), 2011. Inventario de Conflictos por el Agua en la Región Apurímac.
- Mendoza, M. 1996. Impacto del uso la tierra, en la Calidad del Agua de la Microcuenca río Sábalos. Cuenca del río San Juan, Nicaragua. Turialba CR,CATIE.98p
- Mitchell, M; Stapp, W; Bixby, K. 1991. Manual de campo de Proyecto del Río: una guía para monitorear la calidad del agua en el Río Bravo. Segunda edición. Proyecto del Río. New México, USA. 200p.
- OEFA (Organización de Evaluación y Fiscalización Ambiental). 2014. Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales. Perú Lima.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 1993. Guías para la calidad del agua potable: vigilancia y control de los abastecimientos de agua a la comunidad. Volumen 3. Ginebra. 255 p. ISBN 92 4 154696 4.
- PDRA (Plan regional de prevención y atención de desastres de Apurímac). 2005. comité regional de defensa civil Apurímac.

- Prieto J. 2004. El agua, sus formas, efectos, abastecimiento, usos, daños, control y conservación. Eco. Ediciones, Bogotá, D.C 275p. Colombia, Bogota.
- Ramírez Callejas, C. A., García Velez, J. L., Cruz Velez, C. H., Barba Ho, L. E., Holguín, J. E., Patiño Triana, P. J., & Ballesteros, Y. (2004). estudio de la calidad del agua del rio cauca y sus principales tributarios mediante la aplicación de índices de calidad y contaminación. Santiago de Cali.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e hidrología).2007. Monitoreo de la calidad de agua de los ríos del Perú.
- SUNASS (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento). 2014. Informe de DHR en la microcuenca del río Mariño. Perú, Apurímac, Abancay.
- Randulovich, R. 1997. Sostenibilidad en el uso del agua en América Latina. Revista Forestal Centroamericana. no. 18:13-17.
- Rigola L. M.1990. Tratamiento de aguas industriales: Aguas de proceso y residual. Editorial Alfaomega – Marcombo 160Pag. ISBN 84-267-0740-8. España, Barcelona.

## **XII. ANEXOS**

### **Anexo 1 INDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1.</b> ECA de Parámetros, según D.S. N° 02-2008 y su modificatoria D.S N° 015-2015 .....	22
<b>Tabla 2.</b> Procedimiento que describe las variables .....	50
<b>Tabla 3. Punto de muestreo</b> .....	57
<b>Tabla 4.</b> Resultados de turbiedad .....	61
<b>Tabla 5.</b> Resultados de Sólidos disueltos totales .....	63
<b>Tabla 6.</b> Resultados de Sólidos Suspendidos Totales .....	65
<b>Tabla 7.</b> Resultados de pH .....	67
<b>Tabla 8.</b> Resultado de conductividad .....	69
<b>Tabla 9.</b> Resultados de Aceites y Grasas .....	71
<b>Tabla 10.</b> Resultados de DBO <sub>5</sub> .....	73
<b>Tabla 11.</b> Resultados de DQO.....	74
<b>Tabla 12.</b> Resultados de Oxígeno Disuelto.....	76
<b>Tabla 13.</b> Resultados de Coliformes Termotolerantes .....	78
<b>Tabla 14.</b> Resultados de Coliformes Totales .....	80
<b>Tabla 15.</b> Contrastación de hipótesis para los parámetros físicos .....	83
<b>Tabla 16.</b> Contrastación de hipótesis para los parámetros químicos .....	84
<b>Tabla 17.</b> Contrastación de hipótesis para los parámetros microbiológicos .....	86

## INDIE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Tamaño del universo o población.....	53
<b>Figura 2.</b> Comportamiento de la turbiedad (UNT).....	62
<b>Figura 3.</b> Resultados de los Sólidos Disueltos Totales (mg/L) .....	64
<b>Figura 4.</b> Comportamiento de Sólidos Suspendidos Totales (mg/L) .....	66
<b>Figura 5.</b> Comportamiento de pH .....	68
<b>Figura 6.</b> Comportamiento de conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).....	70
<b>Figura 7.</b> Comportamiento de Aceites y Grasas (mg/L) .....	72
<b>Figura 8.</b> Comportamiento de $\text{DBO}_5$ (mg/L) .....	73
<b>Figura 9.</b> Comportamiento de DQO (mg/L) .....	75
<b>Figura 10.</b> Comportamiento de Oxígeno Disuelto (mg/L).....	76
<b>Figura 11.</b> Comportamiento de Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL) .....	79
<b>Figura 12.</b> Comportamiento de Coliformes Totales (NMP/100mL) .....	81
<b>Figura 13.</b> Diagrama de caja para parámetros físicos .....	83
<b>Figura 14.</b> Diagrama de caja para parámetros químicos .....	85
<b>Figura 15.</b> Diagrama de caja para parámetros microbiológicos .....	86

## Anexo 2

### Pruebas hipótesis para parámetros físicos, químicos y microbiológicos

#### Prueba T e IC de dos muestras: Turbidez, ubicación

T de dos muestras para Turbidez

Ubicación	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Antes río Mariño	3	27.1	13.9	8.0
después río Mariño	3	56.5	10.7	6.2

Diferencia =  $\mu$  (antes río Mariño) -  $\mu$  (después río Mariño)

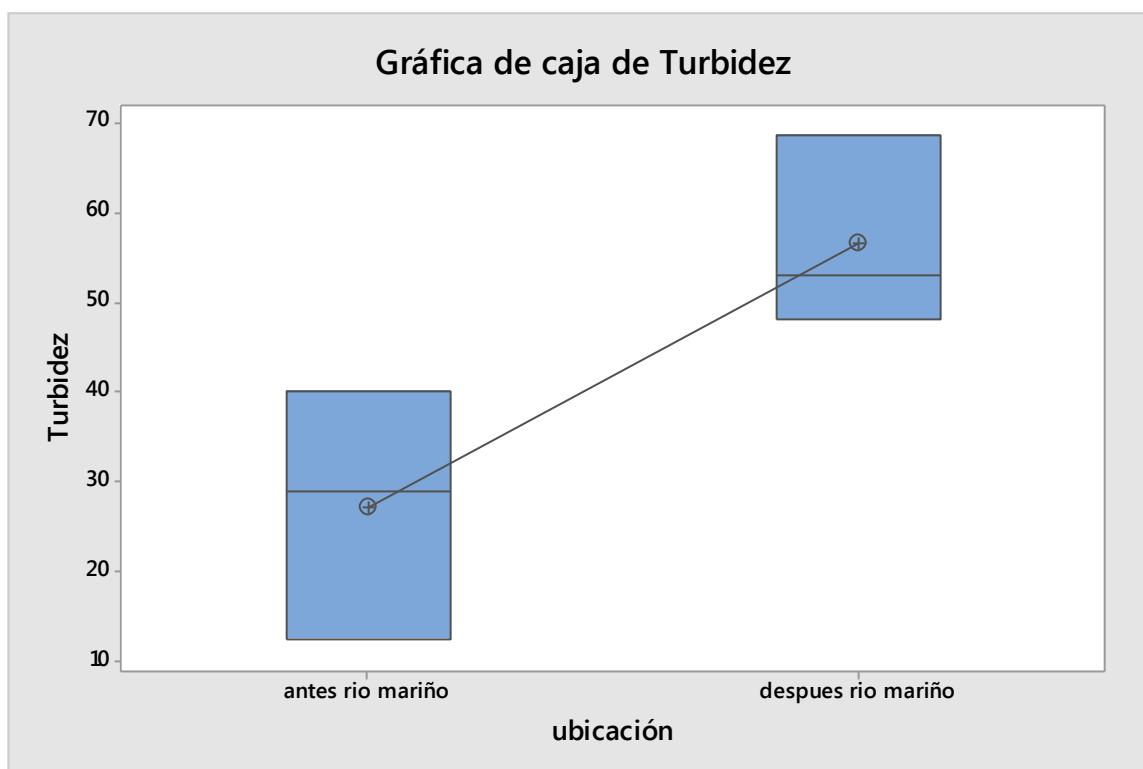
Estimación de la diferencia: -29.4

IC de 95% para la diferencia: (-57.5, -1.2)

Prueba T de diferencia = 0 (vs. ≠): Valor T = -2.90 Valor p = 0.044 GL = 4

Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 12.4009

#### Gráfica de caja de Turbidez



## Prueba T e IC de dos muestras: Sólidos totales disueltos, ubicación

T de dos muestras para Sólidos suspendidos totales

Ubicación	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Antes río Mariño	3	271	303	175
Después río Mariño	3	449	587	339

Diferencia =  $\mu$  (antes río Mariño) -  $\mu$  (después río Mariño)

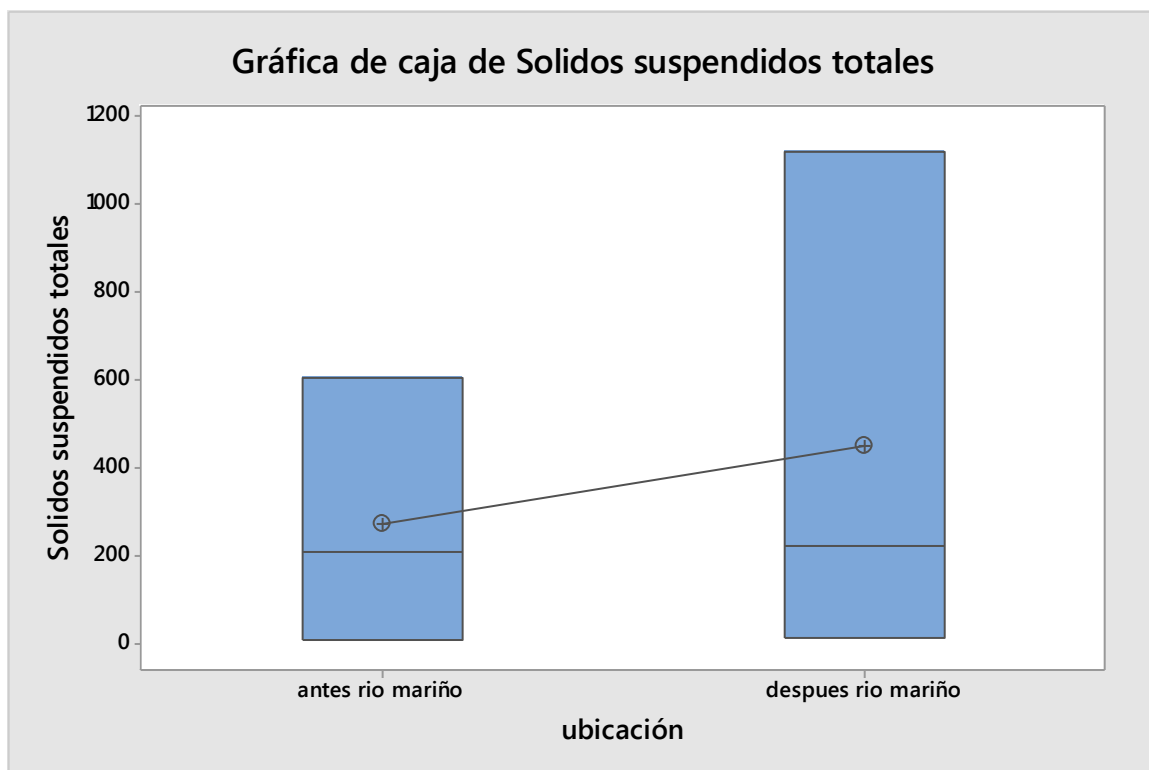
Estimación de la diferencia: -178

IC de 95% para la diferencia: (-1237, 881)

Prueba T de diferencia = 0 (vs.  $\neq$ ): Valor T = -0.47 Valor p = 0.665 GL = 4

Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 467.2604

## Gráfica de caja de Sólidos totales disueltos



## Prueba T e IC de dos muestras: Sólidos suspendidos totales, ubicación

T de dos muestras para Sólidos suspendidos totales

Ubicación	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Antes río Mariño	3	389	333	192
Después río Mariño	3	477	572	330

Diferencia =  $\mu$  (antes río Mariño) -  $\mu$  (después río Mariño)

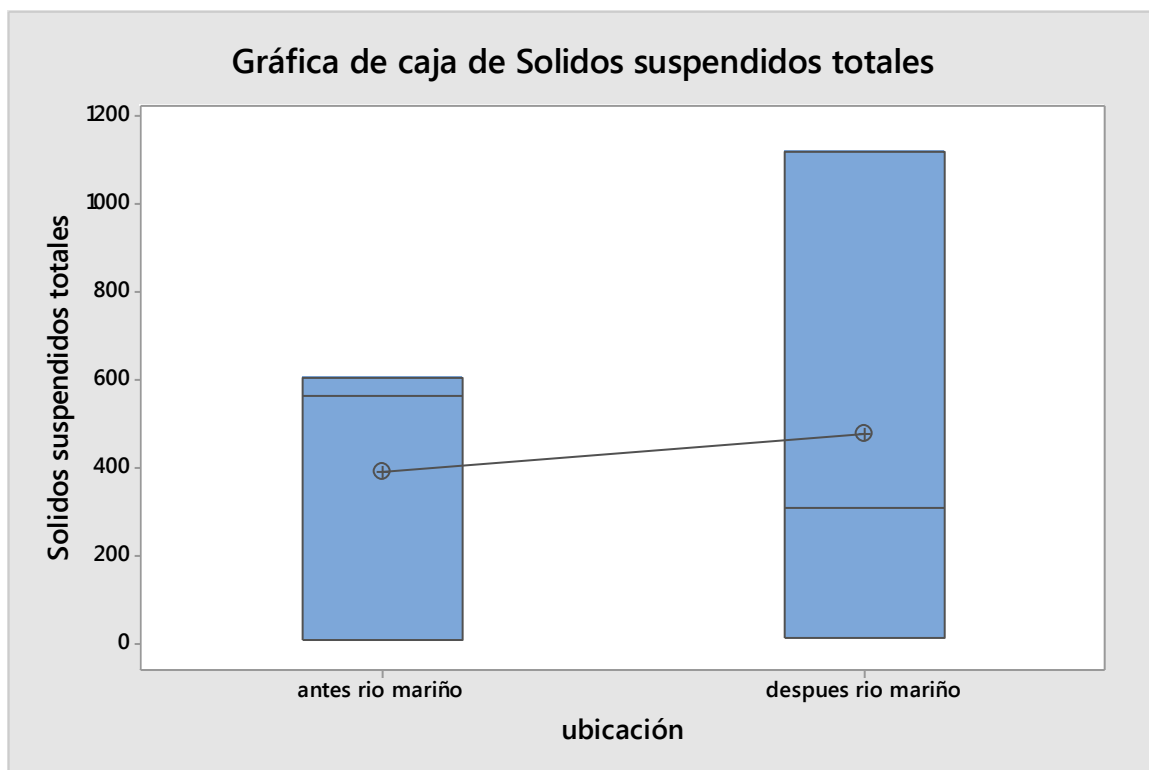
Estimación de la diferencia: -88

IC de 95% para la diferencia: (-1150, 973)

Prueba T de diferencia = 0 (vs.  $\neq$ ): Valor T = -0.23 Valor p = 0.829 GL = 4

Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 468.2173

## Gráfica de caja de Sólidos suspendidos totales





## Prueba T e IC de dos muestras: Potencial de Hidrogeno, ubicación

T de dos muestras para Potencial de Hidrogeno

Ubicación	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Antes río Mariño	3	7.797	0.605	0.35
Después río Mariño	3	7.727	0.582	0.34

Diferencia =  $\mu$  (antes río Mariño) -  $\mu$  (después río Mariño)

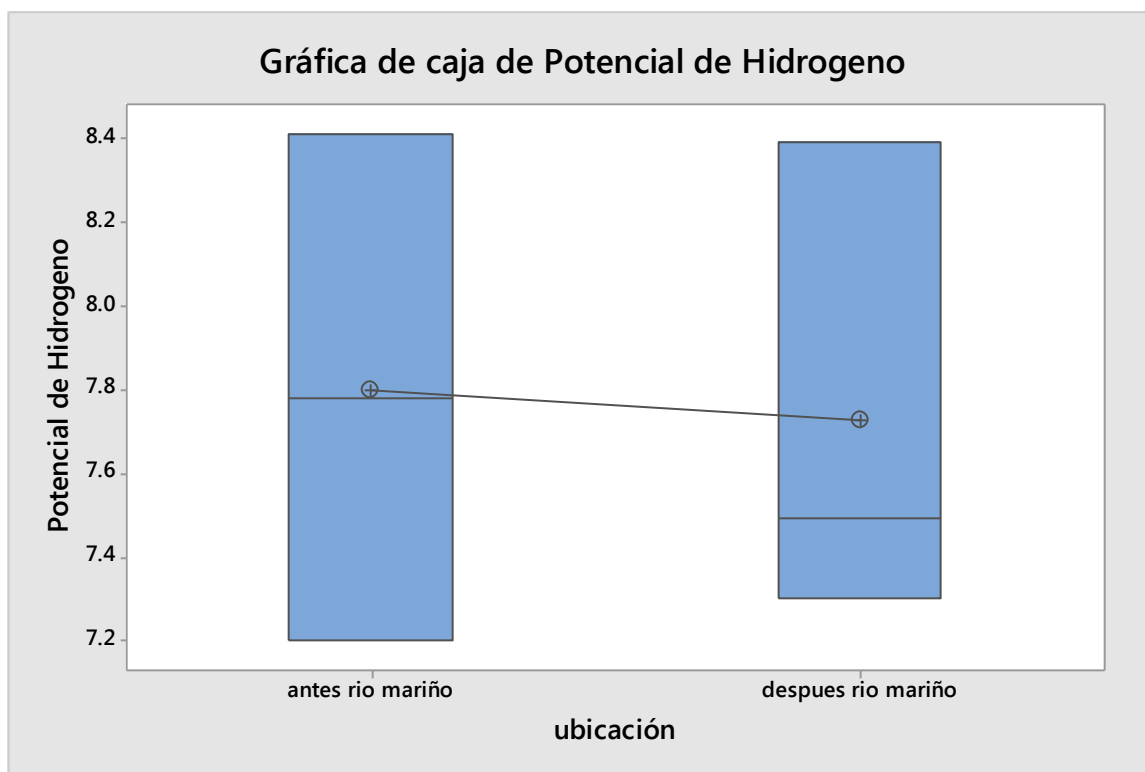
Estimación de la diferencia: 0.070

IC de 95% para la diferencia: (-1.276, 1.416)

Prueba T de diferencia = 0 (vs. ≠): Valor T = 0.14 Valor p = 0.892 GL = 4

Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 0.5938

## Gráfica de caja de Potencial de Hidrogeno



## Prueba T e IC de dos muestras: Conductividad, ubicación

T de dos muestras para Conductividad

Ubicación	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Antes río Mariño	3	428	133	76
Después río Mariño	3	789	160	92

Diferencia =  $\mu$  (antes río Mariño) -  $\mu$  (después río Mariño)

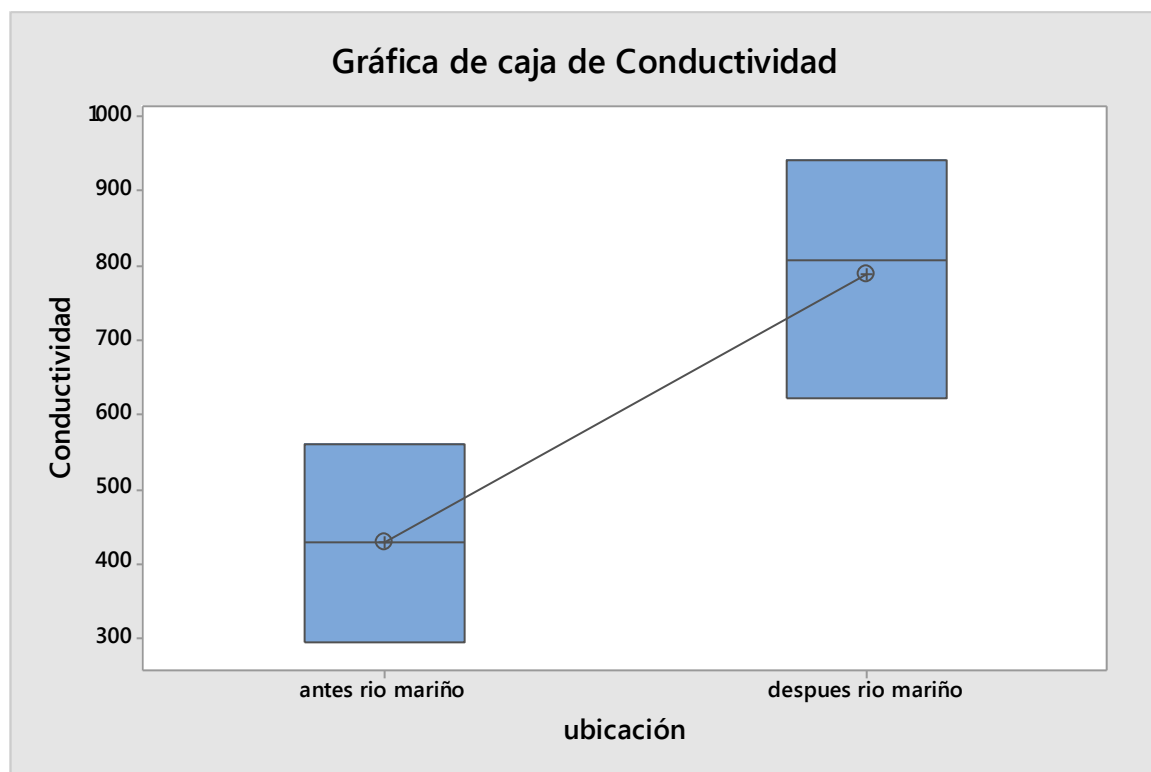
Estimación de la diferencia: -361

IC de 95% para la diferencia: (-695, -28)

Prueba T de diferencia = 0 (vs.  $\neq$ ): Valor T = -3.01 Valor p = 0.040 GL = 4

Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 146.9776

## Gráfica de caja de Conductividad



## Prueba T e IC de dos muestras: Aceites y grasas, ubicación

T de dos muestras para Aceites y grasas

Ubicación	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Antes río Mariño	3	0.450	0.427	0.25
Después río Mariño	3	4.93	2.72	1.6

Diferencia =  $\mu$  (antes río Mariño) -  $\mu$  (después río Mariño)

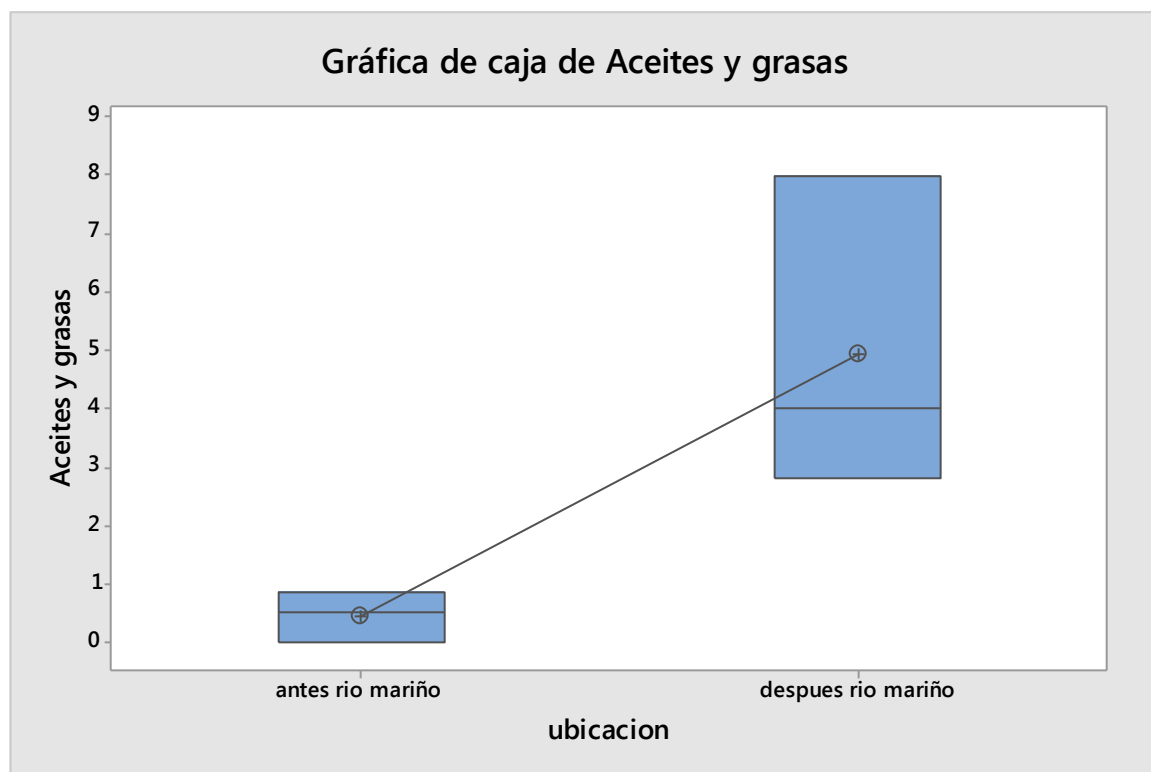
Estimación de la diferencia: -4.48

IC de 95% para la diferencia: (-8.90, -0.07)

Prueba T de diferencia = 0 (vs.  $\neq$ ): Valor T = -2.82 Valor p = 0.048 GL = 4

Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 1.9488

## Gráfica de caja de Aceites y grasas



## Prueba T e IC de dos muestras: DBO5, ubicación

T de dos muestras para DBO5

Ubicación	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Antes río Mariño	3	3.94	2.54	1.5
Después río Mariño	3	5.01	3.01	1.7

Diferencia =  $\mu$  (antes río Mariño) -  $\mu$  (después río Mariño)

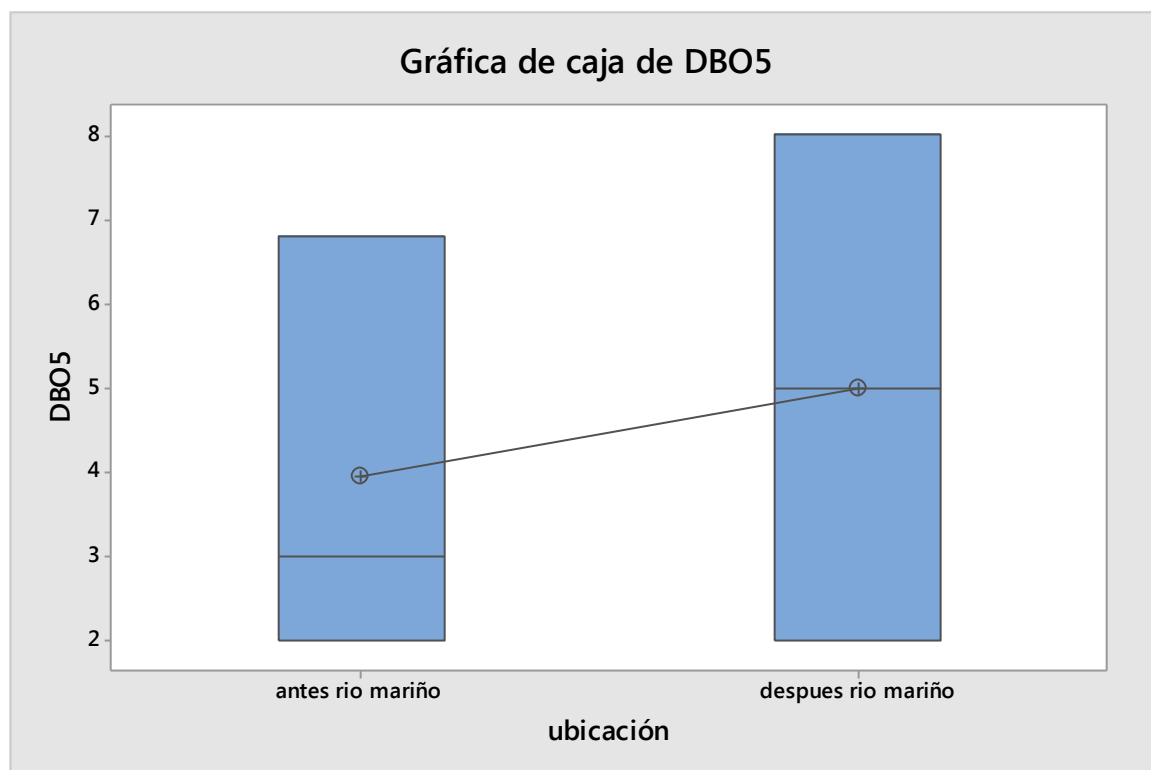
Estimación de la diferencia: -1.07

IC de 95% para la diferencia: (-7.38, 5.25)

Prueba T de diferencia = 0 (vs.  $\neq$ ): Valor T = -0.47 Valor p = 0.664 GL = 4

Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 2.7867

## Gráfica de caja de DBO5



## Prueba T e IC de dos muestras: DQO, ubicación

T de dos muestras para DQO

Ubicación	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Antes río Mariño	3	4.23	1.59	0.92
Después río Mariño	3	13.50	1.50	0.87

Diferencia =  $\mu$  (antes río Mariño) -  $\mu$  (después río Mariño)

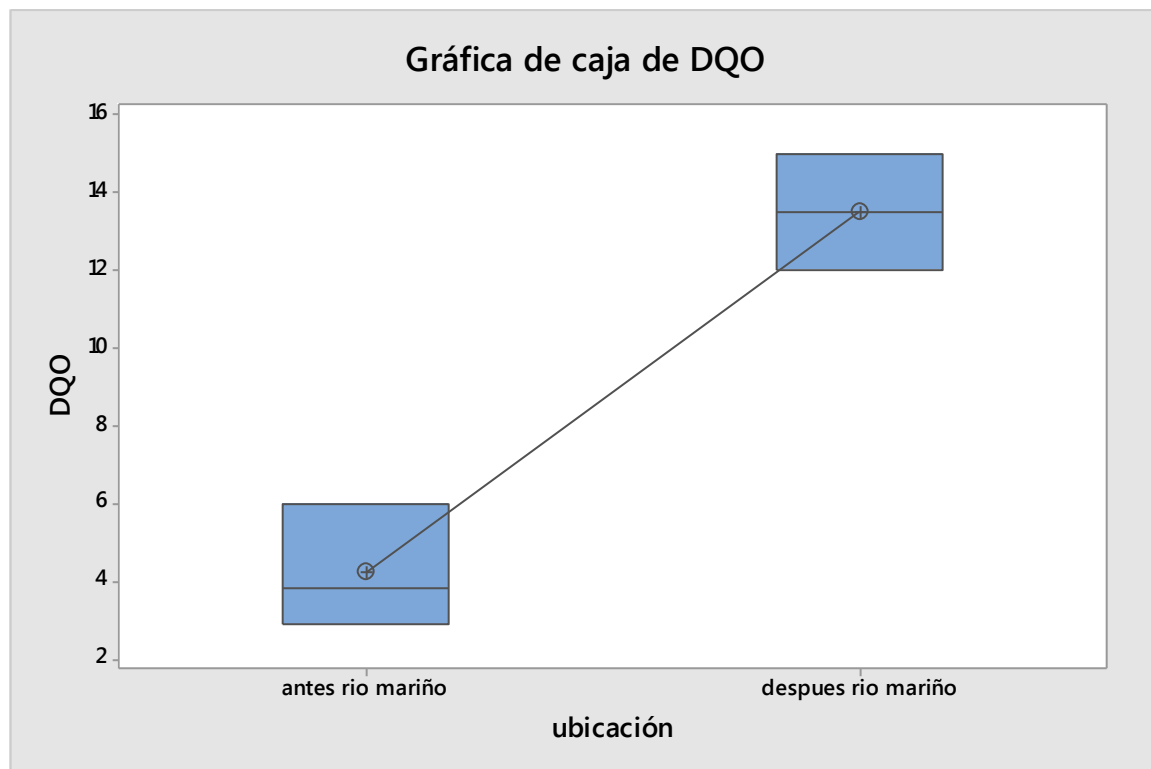
Estimación de la diferencia: -9.27

IC de 95% para la diferencia: (-12.78, -5.76)

Prueba T de diferencia = 0 (vs.  $\neq$ ): Valor T = -7.33 Valor p = 0.002 GL = 4

Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 1.5481

## Gráfica de caja de DQO



## Prueba T e IC de dos muestras: Oxígeno disuelto, ubicación

T de dos muestras para Oxígeno disuelto

Ubicación	N	Media	Desv.Est.	Error Estándar de la media
Antes río Mariño	3	7.390	0.213	0.12
Después río Mariño	3	7.270	0.204	0.12

Diferencia =  $\mu$  (antes río Mariño) -  $\mu$  (después río Mariño)

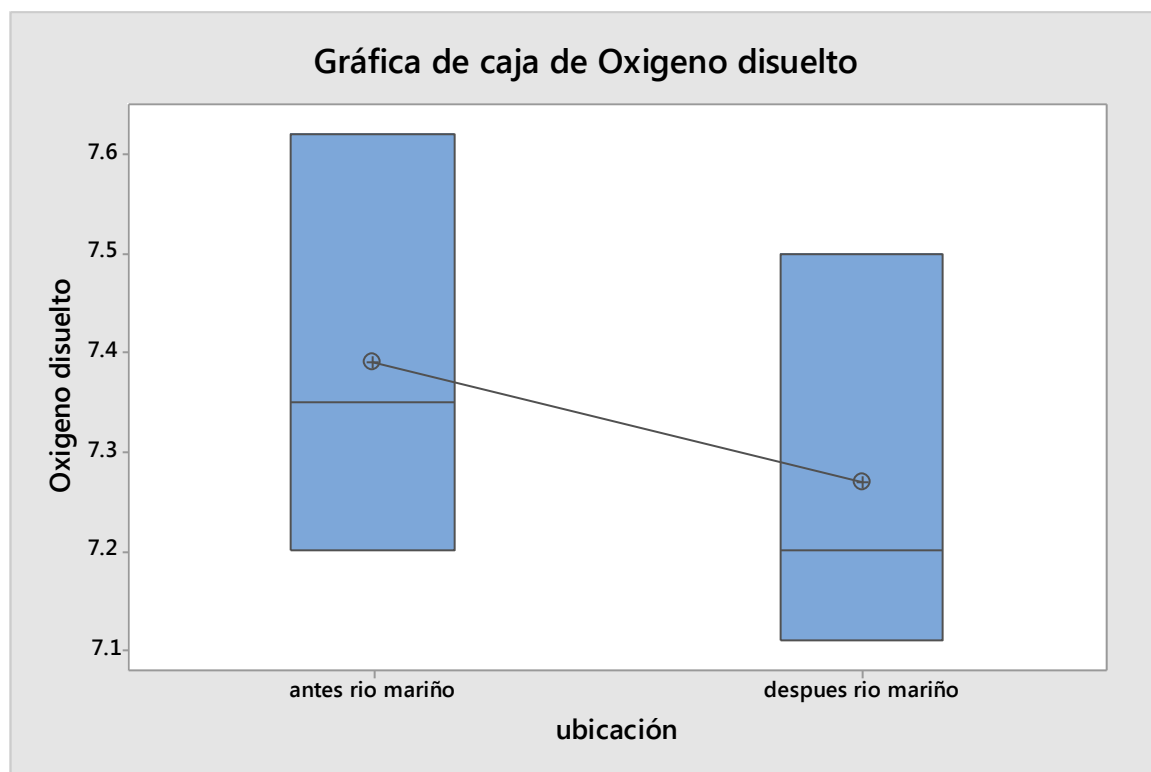
Estimación de la diferencia: 0.120

IC de 95% para la diferencia: (-0.353, 0.593)

Prueba T de diferencia = 0 (vs.  $\neq$ ): Valor T = 0.70 Valor p = 0.520 GL = 4

Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 0.2086

## Gráfica de caja de Oxígeno disuelto



## Prueba T e IC de dos muestras: Coliformes termotolerantes, ubicación

T de dos muestras para Coliformes termotolerantes

Ubicación	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Antes río Mariño	3	917	189	109
Después río Mariño	3	8233	2750	1588

Diferencia =  $\mu$  (antes río Mariño) -  $\mu$  (después río Mariño)

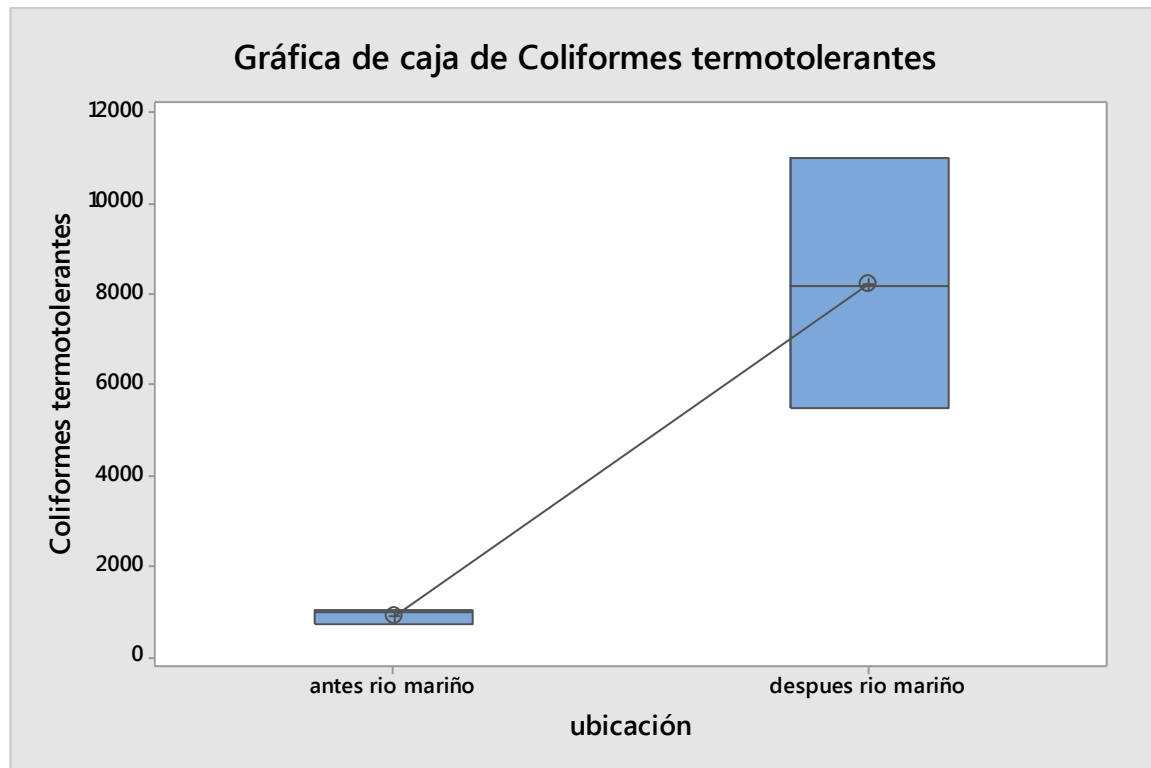
Estimación de la diferencia: -7317

IC de 95% para la diferencia: (-11736, -2898)

Prueba T de diferencia = 0 (vs.  $\neq$ ): Valor T = -4.60 Valor p = 0.010 GL = 4

Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 1949.2520

### Gráfica de caja de Coliformes termotolerantes



## Prueba T e IC de dos muestras: Coliformes totales, ubicación

T de dos muestras para Coliformes totales

Ubicación	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Antes río Mariño	3	11167	7768	4485
Después río Mariño	3	963333	591805	341679

Diferencia =  $\mu$  (antes río Mariño) -  $\mu$  (después río Mariño)

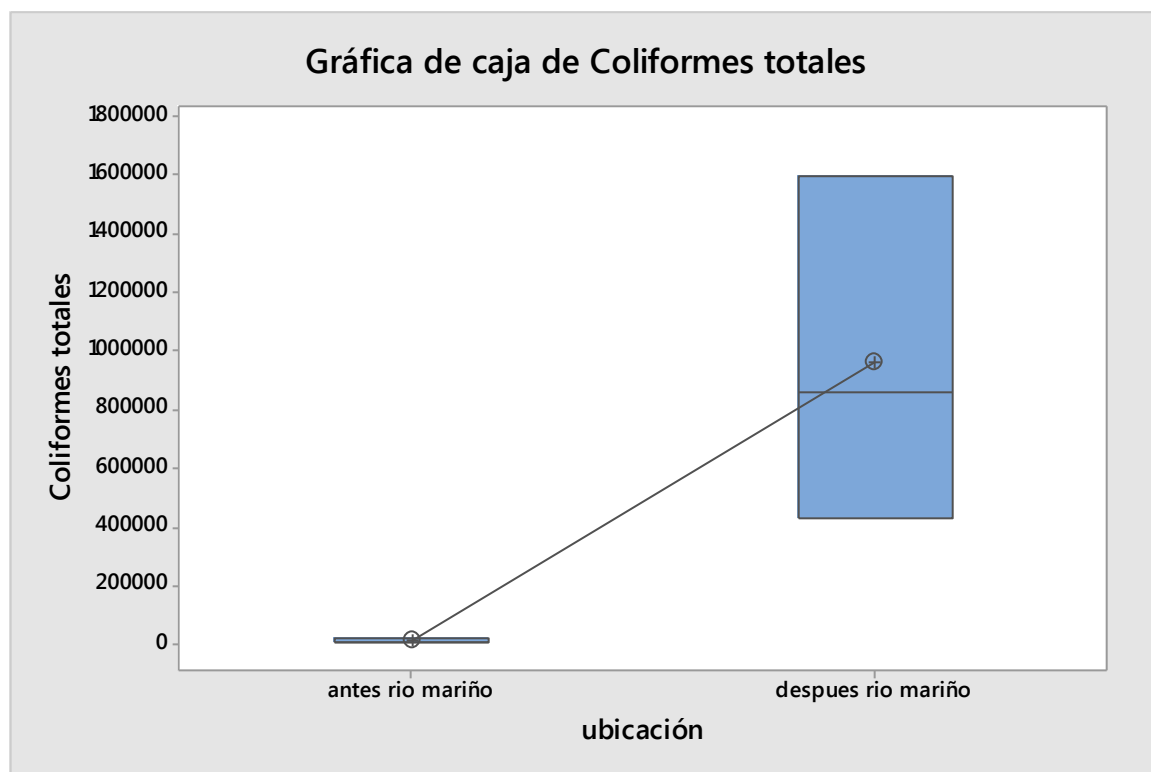
Estimación de la diferencia: -952167

IC de 95% para la diferencia: (-1900901, -3432)

Prueba T de diferencia = 0 (vs.  $\neq$ ): Valor T = -2.79 Valor p = 0.049 GL = 4

Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 418505.4818

## Gráfica de caja de Coliformes totales





### Anexo 3

## Resultados de laboratorio PM-1 (17/02/2016)

#### Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.

Av. Tullumayo768  
Cusco - Perú  
Telefax: 084 234727  
Celular: 975 713 500  
RPC: 974 787 151  
RPM: # 713 522  
laboratoriolouispasteur@yahoo.es  
www.lablouispasteur.com

#### INFORME DE ENSAYO

LLP-0235-2016  
SO-0078-2016



Pág. 1 de 1

**Solicitante:** Paytiti SRL

**Dirección Legal:** Calle Real N°149

**Nombre del producto:** Agua superficial

**Matriz microbiológica:** Agua superficial

**Matriz Fisicoquímica:** Agua superficial

**Fecha de Toma de Muestra:** 2016/02/11

**Fecha de Ingreso de Muestra:** 2016/02/11

**Fecha de Ensayo:** 2016/02/11

**Fecha de Emisión de Informe de Ensayo:** 2016/02/17

**Datos proporcionados por el solicitante:**

**Procedencia de la Muestra:** Río Pachachaca.

**Toma de muestra realizada por:** Sr. David Triveño Sierra.

**Cantidad y descripción de la Muestra:** Frasco de polietileno esteril de 250 mL, 01 frasco de 1000mL, transportado en cadena de frío.

#### RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

Ensayo(s)	Unidad	Límite de Detección del Método	Resultado(s)
Coliformes Totales	NMP/100ml	1,8	$5,4 \times 10^3$
Coliformes Fecales	NMP/100ml	1,8	$1,1 \times 10^3$

#### RESULTADOS FISICOQUÍMICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
pH	-	7,78
Turbidez	NTU	52,9
Color	UCV	20
Sólidos totales disueltos	mg/L	100,8
Sólidos totales suspendidos	mg/L	1115,50
DBO <sub>5</sub>	mg/L	16,01
Aceites y grasas	mg/L	<4
Oxígeno disuelto	mg/L	7,50

#### Métodos de Referencias:

Coliformes totales  
Coliformes fecales  
pH  
Color  
Turbidez  
Conductividad  
Cloruros  
Sulfatos  
Dureza

SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E (1) 22nd Ed. (2012)  
SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B 22nd Ed. (2012)  
2012 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater 22nd EDITION Part. 4500 - H+ pH Value. B. Electrometric Method. Pág. 4-92  
2012 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater 22nd EDITION Part. 2120 B Pág. 2-2 Color: Visual Comparison Method  
22nd EDITION Part. 2130 Turbidity. B. Nephelometric Method. Pág. 2-13  
2012 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater 22nd EDITION. Conductivity Part 2510. B. Laboratory Method Pág. 2-54  
2012 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater 22nd EDITION. Part. 4500 - Cl- Chloride. B. Argentometric Method. Pág. 4-72  
2012 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater 22nd EDITION. Part. 4500 - Sulfate. E. Turbidimetric Method Pág. 4-190  
2012 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater 22nd EDITION. Part. 2340 Hardness. C. EDTA Titrimetric Method. Pág. 2-44

Blga. Kelly V. Ojeda Rondán  
C.D.P. 10007  
DIRECTOR DE SISTEMA DE CALIDAD

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados sólo se refieren a los ítems ensayados. EL presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.



## Resultados de laboratorio PM-2(17/02/2016)

### Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.

Av. Tullumayo768

Cusco - Perú

Telefax: 084 234727

Celular: 975 713 500

RPC: 974 787 151

RPM: # 713 522

laboratoriolouispasteur@yahoo.es

www.lablouispasteur.com

### INFORME DE ENSAYO

LLP-0234-2016

SO-0078-2016



Pág. 1 de 1

**Solicitante:** Paytiti SRL

**Dirección Legal:** Calle Real N°149

**Nombre del producto:** Agua superficial

**Matriz microbiológica:** Agua superficial

**Matriz Fisicoquímica:** Agua superficial

**Fecha de Toma de Muestra:** 2016/02/11

**Fecha de Ingreso de Muestra:** 2016/02/11

**Fecha de Ensayo:** 2016/02/11

**Fecha de Emisión de Informe de Ensayo:** 2016/02/17

**Datos proporcionados por el solicitante:**

**Procedencia de la Muestra:** Río Mariño.

**Toma de muestra realizada por:** Sr. David Triveño Sierra.

**Cantidad y descripción de la Muestra:** Frasco de polietileno esteril de 250 mL, 01 frasco de 1000mL, transportado en cadena de frío.

### RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

Ensayo(s)	Unidad	Límite de Detección del Método	Resultado(s)
Coliformes Totales	NMP/100ml	1,8	$1,6 \times 10^5$
Coliformes Fecales	NMP/100ml	1,8	$2,2 \times 10^5$

### RESULTADOS FISICOQUÍMICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
pH	-	7,81
Turbidez	NTU	12,4
Color	UCV	20
Sólidos totales disueltos	mg/L	119,5
Sólidos totales suspendidos	mg/L	781,50
DBO <sub>5</sub>	mg/L	6,86
Aceites y grasas	mg/L	246,00
Oxígeno disuelto	mg/L	6,52

### Metodos de Referencias:

Coliformes totales SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E (1) 22nd Ed. (2012)  
Coliformes fecales SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B 22nd Ed. (2012)  
Ph 2012 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater 22nd EDITION Part. 4500- H- Ph Value. B. Electrometric Method. Pág. 4-92  
Color 2012 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater 22nd EDITION Part. 2120 B Pág. 2-2 Color: Visual Comparison Method  
Turbidez 2012 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater 22nd EDITION Part. 2130 Turbidity. B. Nephelometric Method. Pág. 2-13  
Conductividad 2012 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater 22nd EDITION Part. 2510. B. Laboratory Method. Pág. 2-54  
Cloruros 2012 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater 22nd EDITION Part. 4500- Cl- Chloride. B. Argentometric Method. Pág. 4-72.  
Sulfatos 2012 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater 22nd EDITION Part. 4500- Sulfate. E. Turbidimetric Method. Pág. 4-190  
Dureza 2012 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater 22nd EDITION Part. 2340 Hardness. C. EDTA Titrimetric Method. Pág. 2-44

*Kelly V. Ojeda Rondán*  
Bla. Kelly V. Ojeda Rondán  
LABORATORIO LOUIS PASTEUR S.R.L.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados sólo se refieren a los ítems ensayados. EL presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.



## Resultados de laboratorio PM-3(17/02/2016)

### Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.

Av. Tullumayo 768  
Cusco - Perú  
Telefax: 084 234727  
Celular: 975 713 500  
RPC: 974 787 151  
RPM: # 713 522  
laboratoriolouispasteur@yahoo.es  
www.lablouispasteur.com

### INFORME DE ENSAYO

LLP-0234-2016

SO-0078-2016



Pág. 1 de 1

**Solicitante:** Paytiti SRL

**Dirección Legal:** Calle Real N°149

**Nombre del producto:** Agua superficial

**Matriz microbiológica:** Agua superficial

**Matriz Fisicoquímica:** Agua superficial

**Fecha de Toma de Muestra:** 2016/02/11

**Fecha de Ingreso de Muestra:** 2016/02/11

**Fecha de Ensayo:** 2016/02/11

**Fecha de Emisión de Informe de Ensayo:** 2016/02/17

**Datos proporcionados por el solicitante:**

**Procedencia de la Muestra:** Río Mariño.

**Toma de muestra realizada por:** Sr. David Triveño Sierra.

**Cantidad y descripción de la Muestra:** Frasco de polietileno esteril de 250 mL, 01 frasco de 1000mL, transportado en cadena de frío.

### RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

Ensayo(s)	Unidad	Límite de Detección del Método	Resultado(s)
Coliformes Totales	NMP/100ml	1,8	$1,6 \times 10^6$
Coliformes Fecales	NMP/100ml	1,8	$2,2 \times 10^5$

### RESULTADOS FISICOQUÍMICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
pH	-	7,81
Turbidez	NTU	12,4
Color	UCV	20
Sólidos totales disueltos	mg/L	119,5
Sólidos totales suspendidos	mg/L	781,50
DBO <sub>5</sub>	mg/L	6,86
Aceites y grasas	mg/L	246,00
Oxígeno disuelto	mg/L	6,52

### Metodos de Referencias:

Coliformes totales: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E (1) 22nd Ed. (2012)  
Coliformes fecales: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B 22nd Ed. (2012)  
pH: 2012 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater: 22nd EDITION Part. 4500- H+ Ph Value. B. Electrometric Method. Pág. 4-92  
Color: 2012 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater: 22nd EDITION Part. 2120 B Pág. 2-2 Color: Visual Comparison Method  
Turbidez: 2012 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater: 22nd EDITION Part. 2130 Turbidity. B. Nephelometric Method. Pág. 2-13  
22nd EDITION Part. 2340 Hardness C EDTA Titrimetric Method. Pág. 2-44  
Conductividad: 2012 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater: 22nd EDITION Part. 2510. B. Laboratory Method. Pág. 2-54  
Cloruros: 2012 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater: 22nd EDITION Part. 4500- Cl- Chloride. B. Argentometric Method. Pág. 4-72.  
Sulfatos: 2012 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater: 22nd EDITION Part. 4500- Sulfate. E. Turbidimetric Method. Pág. 4-190  
Dureza: 2012 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater: 22nd EDITION Part. 2340 Hardness. C EDTA Titrimetric Method. Pág. 2-44

*[Firma]*  
Bla. Kelly V. Ojeda Rondán  
LABORATORIO LOUIS PASTEUR S.R.L.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados sólo se refieren a los ítems ensayados. EL presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.

## Resultados de laboratorio (28/06/2016)



**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-047



### INFORME DE ENSAYO N° 104087-2016 CON VALOR OFICIAL

**RAZÓN SOCIAL** : CONSULTORES E INGENIEROS CONTRATISTAS PAYTITI SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

**DOMICILIO LEGAL** : AV. ANDRÉS AVELINO CÁCERES S/N (728, A ESPALDAS DE COLEGIO LA VICTORIA) ABANCAY - ABANCAY - APURIMAC.

**SOLICITADO POR** : DAVID TRIVEÑO SIERRA

**REFERENCIA** : RCASA E.I.R.L.

**PROCEDENCIA** : PACHACHACA - ABANCAY

**FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS** : 2016-06-28

**FECHA DE INICIO DE ENSAYOS** : 2016-06-28

**MUESTREO POR** : EL CLIENTE

#### I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
Aceites y grasas (HEM)	EPA-821-R-10-001 Method 1664 Rev. B. N-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated N-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry. 2010	0.5 <sup>(a)</sup>	mg/L
Cianuro WAD	SM 4500-CN <sup>1</sup> I.E. Cyanide. Weak Acid Dissociable Cyanide/Colorimetric Method.	0.005	mg/L
Cianuro Total	SM 4500 CN <sup>1</sup> C.E. Cyanide. Total Cyanide after Distillation. Colorimetric Method.	0.005	mg/L
Conductividad	SM 2510 B. Conductivity. Laboratory Method.	---	µS/cm
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	SM 5210 B. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.	2.00 <sup>(a)</sup>	mg/L
Numeración de Coliformes Totales	SM 9221 B. Multiple-Tube Fermentation. Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.	1.8 <sup>(a)</sup>	NMP/100mL
Numeración de Coliformes Fecales	SM 9221 E. Multiple-Tube Fermentation. Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.	1.8 <sup>(a)</sup>	NMP/100mL
Metales totales (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Boro, Berilio, Cadmio, Calcio, Cerio, Cromo, Cobalto, Cobre, Hierro, Plomo, Litio, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Fósforo, Potasio, Selenio, Silicio(SiO <sub>2</sub> ), Plata, Sodio, Estroncio, Talio, Estaño, Titanio, Vanadio, Zinc).	EPA Method 200.7, Rev.4.4. EMMC Version. Determination of Metals and trace Elements in Water and Wates by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry. 1994	---	mg/L

L.C.: Límite de cuantificación.

(a) Límite de detección del método para estas metodologías por ser semicuantitativas.

(b) Expresado como límite de detección del método.

**Bigo. Roger Aparicio Estrada**  
C.B.P. N° 7403  
Asesor Técnico Biológico

**Quím. Belbeth Y. Fajardo León**  
C.Q.P. N° 648  
Asesor Técnico Químico

EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU

Cod-FI 02/Versión: 06/FE/09/2015

\* El método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (SMEWW)-APHA-AWWA-WEF. 22nd. Edition 2012. EPA: U.S. Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana

OBSERVACIONES: Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. Solo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de preservación del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

NOTA: Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Página 1 de 3

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 - Urb. Chacra Ríos Norte - Lima 01 - Perú. Central Telefónica (511) 425-7227 - 425-6885 - 425-5564 - 425 - 6047 | MÓVIL 994 976 442  
Website www.sagperu.com Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com | laboratorio@sagperu.com



## Resultados de laboratorio PM-2(28/06/2016)



**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-047



### INFORME DE ENSAYO N° 104087-2016 CON VALOR OFICIAL

#### II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua superficial	Agua superficial	Agua superficial
Matriz analizada	Agua natural	Agua natural	Agua natural
Fecha de muestreo	2016-06-27	2016-06-27	2016-06-27
Hora de inicio de muestreo (h)	15:30	15:30	15:30
Coordenadas UTM WGS 84	723733E 8487583N	723351E 8487858N	724272E 8488002N
Condiciones de la muestra	Refrigerada/ preservada	Refrigerada/ preservada	Refrigerada/ preservada
Código del Cliente	PM-1	PM-2	PM-3
Código del Laboratorio	16062791	16062792	16062793
Ensayos	Unidades	Resultados	
Aceites y grasas (HEM)	mg/L	<0.5	4.3
Cianuro WAD	mg/L	<0.005	<0.005
Cianuro Total	mg/L	<0.005	<0.005
Conductividad	µS/cm	441	824
**pH	Unid. pH	8.41	7.91
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	<2.00	18.96
Numeración de Coliformes Fecales <sup>1</sup>	NMP/100mL	////	79 x 10 <sup>3</sup>
Numeración de Coliformes Totales	NMP/100mL	////	33 x 10 <sup>4</sup>

(1) Coliformes Fecales es lo mismo que coliformes termotolerantes.

Medición de conductividad realizada a 25°C.

Blgo. Roger Aparicio Estrada  
C.B.P. N° 7403  
Asesor Técnico Biológico

Quím. Belbeth Y. Fajardo León  
C.Q.P. N° 648  
Asesor Técnico Químico

EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU

od.FI 02/Versión: 06/FE09/2015

\* El método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, (SMEWW)-APHA-AWWA-WEF, 22nd. Edition 2012. EPA: U.S. Environmental Protection Agency, ASTM: American Society for Testing and Materials, NTP: Norma Técnica Peruana

OBSERVACIONES: Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. Sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

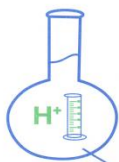
NOTA: Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 - Urb. Chacra Ríos Norte - Lima 01 - Perú. Central Telefónica (511) 425-7227 - 425-6885 - 425-5564 - 425 - 6047 | MÓVIL 994 976 442  
Website www.sagperu.com Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com | laboratorio@sagperu.com

Página 2 de 3

## Resultados de laboratorio PM-2(26/09/2016)



# MC QUIMICALAB

De: Ing. Mario Cumpa Cayuri

LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES:  
AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE

RUC N° 102384090787 - TELÉF. 271966 COVIDUC A4 - CEL 984687752

### INFORME N°LQ 0131-16

#### ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE AGUA DE RIO – PACHACHACA Y MARIÑO

**SOLICITA :** David Triveño Sierra

**MUESTRA :** PM-1: Rio Pachachaca Aguas Arriba del rio Mariño  
PM-2: Rio Mariño  
PM-3: Rio Pachachaca Aguas Abajo del rio Mariño

**TESIS :** Influencia de las Aguas del Rio Mariño Sobre la Calidad de las Aguas del Rio Pachachaca.

**FECHA :** 26/09/2016

#### RESULTADOS

DETERMINACIONES	UNIDAD	PM-1	PM-2	PM-3	STANDAR
Oxígeno Disuelto	mg/L	7.2	4.8	7.2	> 5
Demanda Bioquímica de oxígeno	mg/L	3	15	5	< 10
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	6	42	12	
Aceites y Grasas	mg/L	00	10	2	< 10
Turbidez	NTU	5	8	6	
Color	UC	2	3	2	
Solidos Totales Disueltos	mg/L	370	620	320	500
Solidos Totales en Suspensión	mg/L	5	60	10	< 25
Conductividad Eléctrica $\mu S/cm$	$\mu S/cm$	560	940	490	
pH		7.2	7.5	7.3	6.5 – 8.5
C.Totales	MNP/100 mL	1050	85x10 <sup>3</sup>	5500	3000
C.Termotolerantes	MNP/100 mL	8100	88x10 <sup>4</sup>	72x10 <sup>4</sup>	2000

**NOTA:** Estándar Nacional - Conservación del ambiente acuático categoría 4; decreto supremo N° 002 – 2008- MINAM.

**METODO DE ANALISIS:** Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales publicado conjuntamente por AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION (WPCF).

  
Ing. Mario Cumpa Cayuri  
Reg. CIP. 16158  
CONSULTOR AMBIENTAL DREMA-CUSCO  
CATEGORIA II



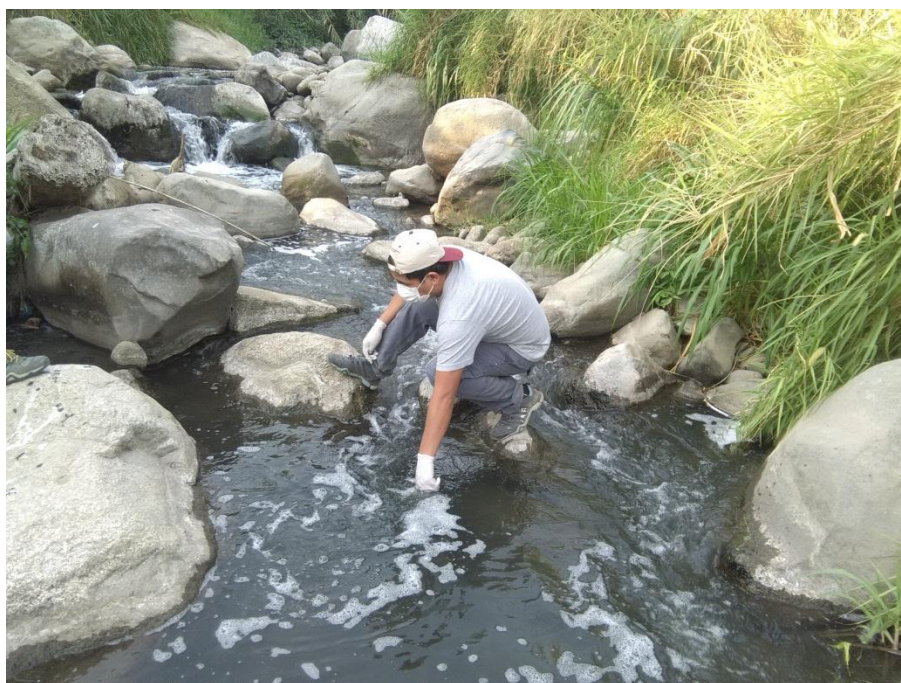


**Anexo 4**  
**Fotos fase de campo**

**Foto N°01.** Toma de muestras en el punto de monitoreo PM1



**Foto N°01.** Toma de muestras en el punto de monitoreo PM2



**Foto N°01.** Preservación de muestras

